E1445

MINE
PETROL
GAZE

BUCUREȘTI - ROMÂNIA * Vol. 36. ianuarie 1985

1

MINISTERUL PETROLULUI

INTREPRINDEREA DE REPARAŢII UTILAJ ELECTRIC AUTOMATIZĂRI ŞI RADIOCOMUNICAŢII

EXECUTĂ:

- Confecţii de echipamente electrice, prefabricate de forţă, distribuţie, automatizări şi radiocomunicaţii specifice industriei petroliere.

- Reparaţii de motoare, transformatoare, aparataje electrice.

- Reparaţii şi confecţii de scule de foraj extracţie.

- Activitate de service în legătură cu aceste activităţi.

I.R.U.E.A.R. CÎMPINA
Str. BOBÎLNA nr. 44, jud. PRAHOVA
Telex 19625, telefon 973/35751, 35781, 36071

IRUEAR

UN VIBRANT OMAGIU DIN PARTEA MINERILOR ŞI PETROLIŞTILOR ŢĂRII!

Alături de întregul nostru partid şi popor, noi, minerii şi petroliştii, vă urăm viaţă îndelungată şi putere de muncă, puse în slujba progresului şi înfloririi patriei, a transpunerii cu succes în viaţă a Programului de făurire a societăţii socialiste multilateral dezvoltate şi înaintare a României spre comunism, a istoricelor hotărîri adoptate de Congresul al XIII-lea al Partidului Comunist Român.

MINE, PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR ŞI MINISTERULUI PETROLULUI

ANUL XXXVI

NR. 1 1985

CUPRINS

Stăicuş, I. **Excavarea selectivă şi posibilităţile de folosire a excavatoarelor cu rotor de foarte mare capacitate în carierele de lignit din Oltenia cu strate de grosimi mici** 6

Zamfir, V., Bontea, G., Vînătoru, I., Mateaş, St. **Releu termohidraulic pentru protecţia automată la supraîncălzire a locomotivelor diesel de mină** 11

Scroban, Al., Jula, D., Nan, M. **Metode şi standuri pentru încercarea şi verificarea aparatajului hidraulic de tip minier** 17

Dima, N., Iuşan, V., Muntean, V., Homorodean, L., Lisca, L. **Verificarea verticalităţii puţurilor de mină cu ajutorul unei instalaţii cu laser He—Ne** 21

Gontean, A., Vâlcea, V., Ionescu, Cl. **Stadiul actual al chimizării cărbunilor** 24

Setel, M., Füleki, Al. **Posibilităţi de utilizare a zunyitului în vederea înnobilării caolinurilor indigene** 26

Popescu, Gh., Mutihac, V., Brânda, V., Rusu Elena **Perspective pentru antracit, pirofilit şi talc în flancul nordic al Munţilor Parîng** 28

Nedopaca, M. **Principalele aspecte privind explorarea în adîncime a zăcămîntului Brusturi** 34

Creţu, I., Avram, L. **Completarea informaţiilor în carotajul mecanic prin probele de sită** 36

Gheorghiţoiu, M. **Posibilităţi îmbunătăţite de efectuare a analizelor granulometrice** 42

Recenzii

Informaţii

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. **VASILE SCRIPĂŢ**, preşedinte ; dr. ing. **GHEORGHE ALDEA** ; ing. **ŞTEFAN BENEA** ; dr. geol. **IOSIF BERCIA** ; ing. **TEODOR BORU** ; dr. ing. **GHEORGHE DONŢOV DANU** ; dr. ing. **IANCU GEANGĂLĂ** ; dr. ing. **FLOREA NEAGU** ; ing. **NICOLAE PANTILIE** ; **ELENA VRĂNCEANU**, redactor.

REZUMATE

C.Z. 622.271.3: 622.332: 621.879.48

Stăicuş, I. *Excavarea selectivă şi posibilităţile de folosire a excavatoarelor cu rotor de foarte mare capacitate în carierele de lignit din bazinul Olteniei în strate de grosimi mici*

Autorul analizează posibilităţile de tăiere selectivă şi puterea calorifică a cărbunelui ce urmează a fi extras, precum şi parametrii tehnico-economici care pot fi realizaţi la introducerea în cariere a excavatoarelor cu rotor.

C.Z. 621.318: 622.625.2: 621.436.

Zamfir, V., Bontea, G., Vînătoru, I., Mateas, St. *Releu termohidraulic pentru protecţia automată la supra încălzire a locomotivelor diesel de mină*

Se prezintă un releu de concepţie nouă, cu acţionare hidraulică pentru protecţia automată la supraîncălzire a locomotivelor diesel de mină. Releul realizează controlul automat neîntrerupt al temperaturii gazelor de eşapament, întrerupînd alimentarea cu motorină a motorului locomotivei în care temperatura acestora depăşeşte o anumită valoare, prestabilită.

C.Z. 622.284.54: 62 011.54.

Scroban, Al., Jula D., Nan, M. *Metode şi standuri pentru încercarea şi verificarea aparatajului hidraulic de tip minier*

Se prezintă metodologia de verificare a aparatajului minier, cu partea componentă a susţinerilor mecanizate, inclusiv a standurilor utilizate în acest scop. Se fac referiri concrete, îndeosebi la distribuitoarele hidraulice, ca elemente care dirijează agentul hidraulic către diferite secţii ale instalaţiei, în conformitate cu o comandă primită din atelier.

C.Z. 622.251: 535

Dima, N. ş. a. *Verificarea verticalităţii puţurilor de mină cu ajutorul unei instalaţii cu laser He—Ne*

Instalaţia cu laser He—Ne, experimentată în cadrul întreprinderii miniere Cimpulung, permite verificarea verticalităţii puţurilor de mină atît în săpare, cît şi în exploatare. Metoda se poate aplica pe distanţe mari, timpul de măsurare este mult redus, iar instalaţia poate fi automatizată.

C.Z. 622.33: 543

Gontean, A., Vâlcea, V., Ionescu, Cl. *Stadiul actual al chimizării cărbunilor*

C.Z. 622.361.2: 622. 7

Setel, M., Füleki, Al. *Posibilităţi de utilizare a zunyitului în vederea înnobilării caolinurilor indigene*

Autorii prezintă localizarea şi caracterizarea geologică a perimetrului în care s-a descoperit zunyitul — alumo-silicat halogenat —, redau analizele efectuate asupra lui, precum şi rezultatele încercărilor de laborator efectuate asupra unor probe cu zunyit prelevate din perimetrul Vîrghiş, Munţii Harghita.

C.Z. 551.7: 622.335: 622.367.3: 65.012.23

Popescu, Gh. C. ş. a. *Perspective pentru antracit, pirofilit şi talc pe flancul nordic al Munţilor Parîng*

Sînt prezentate caracteristicile geologice, petrografice şi mineralogice ale formaţiunii Schela — purtătoare de acumulări exploatabile de antracit, pirofilit şi talc, precum şi caracteristicile petrografice şi fizico-chimice ale antracitului, caracteristicile mineralogice şi tehnologice de laborator ale pirofilitului şi talcului. În finalul lucrării se dau şi perspectivele economice ale zonei cercetate.

C.Z. 550.8: 551: 553.78

Nedopaca, M. *Principalele aspecte privind exploatarea în adîncime a zăcămîntului Brusturi*

Pe baza lucrărilor de explorare în adîncimea zăcămîntului Brusturi s-a întocmit o coloană litostratigrafică pe 1 100 m, evidenţiind două sisteme de pînze de şariaj. Zăcămîntul continuă în adîncime cu mineralizaţii hidrotermale complexe şi priometasomatice cu oxizi de fier.

C.Z. 550.822.3:

Creţu, I. *Completarea informaţiilor din carotajul mecanic prin probele de sită*

Se prezintă un studiu al posibilităţilor de estimare a vitezei ascensionale a particulelor de detritus — element de bază pentru completarea pozitivă a informaţiilor date de carote.

C.Z. 544: 545: 622.34

Gheorghiţoiu, Al. *Posibilităţi îmbunătăţite de efectuare a analizelor granulometrice*

Se prezintă rezultatele analizei efectuate pe 16 probe mecanice prelevate dintr-un zăcămînt din vestul Banatului, pentru a pune în evidenţă, pe această cale, capacitatea rocilor colectoare de a se bloca în urma mobilizării fracţiei granulometrice fine către fazele lichide în mişcare.

CONTENTS

C.Z. 622.271.3: 622.332: 621.879.48

Stăicuș, I. *Selective excavation and thin seam application possibilities of the bucket wheel excavators of very large capacity in the lignite open pits from Oltenia basin*

The author outlines the possibilities of selective cutting and the heating power of the coal which has to be mined, as well as the technical and economical parameters which can be achieved when using bucket wheel excavators in the open pits.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 36, nr. 1, 1985

C.Z. 621.318: 622.625.2: 621.436

Zamfir, V., Bontea, G., Vînătoru, I., Mateas, St. *Thermohydraulic relay for the automatic protection against the overheating of the diesel mine locomotives*

A relay of new conception with hydraulic actuation for the automatic protection against the overheating of the diesel mine locomotives is presented. The relay uninterruptedly monitors the exhaust gas temperature and automatically breaks off the diesel fuel supply to the locomotive motor in which the temperature exceeds a certain preset value.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 36, nr. 1, 1985

C.Z. 622.284.54.: 62.011.54

Screban, Al., Jula, D., Nan, M. *Testing methods and devices for checking the hydraulic equipment with mining application*

The checking methodology of the mining hydraulic equipment is presented, with reference to the hydraulic components of the powered supports and the testing device utilized on this purpose. Particular references are made to the hydraulic distribution units, as elements guiding the hydraulic agent to different sections of the instalation, in accordance with orders transmitted from the workshop.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 36, nr. 1, 1935

C.Z. 622.251: 535

Dima, N. et. al. *Mine shaft verticality checking by means of a He—Ne laser instalation*

The He—Ne laser installation put on trial at the Mining Enterprise Cîmpulung makes it possible to check the mine shaft verticality during its sinking and operation. The method can be applied over long distances, the measuring time is considerably reduced and the instalation can be automatically controlled.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 36, nr. 1, 1985

C.Z. 622.33: 543

Gontean, A., Vâlcea, V., Ionescu, Cl. *The present status coal chemification*

Mine, Petrol și Gaze, vol. 36, nr. 1, 1985

C.Z. 622.361.2: 622.7

Setel, M., Füleki, Al. *Possibilities of using zunyite in order to enrich indigenous caolins*

The authors present the localization and the geological description of the area in which zunyite (halogenated alumosilicate) was discovered, indicate the tests to which it was subjected and the results of the laboratory trials conducted on several zunyite samples collected from the Vîrghiș area, Harghita Mountains.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 36, nr. 1, 1985

C.Z. 551.7: 622.335: 622.367.3: 65.012.23

Popescu, Gh. C. *Anthracite, pyrophillite and talc prospects on the northern wing of the Paring Mountains*

The geologic, petrographic and mineralogic characteristics of the Schela formation — bearing mineable accumulations of anthracite, pyrophillite and talc—are presented, as the petrographic, physical and chemical features of the anthracite and the mineralogic and laboratory — scale technological characteristics of the pyrophillite and talc. Finally the economical prospects of the investigated area are reviewed.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 36, nr. 1, 1985

C.Z. 550.8: 551: 553.78

Nedopaca, M. *The main aspects regarding the deep mining of the Brusturi deposit*

Based upon the depth exploration of the Brusturi deposit a lithostratigraphical column on 1100 m was completed, whereby two overthrust sheet systems were outlined. The deposit continues in depth under the form of complex hydrothermal and pyrometasomatic mineralizations with iron oxides.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 36, nr. 1, 1985

C.Z. 550.822.3

Crețu, I. *Mechanical coring information supplemented by screening test data*

The author describes an investigation of the possibilities of making ascending speed estimates for the detrital particles, as basic element for the positive supplementing of the information obtained through coring.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 36, nr. 1, 1985

C.Z. 544: 545:622.34

Gheorghițoiu, Al. *Improved possibilities of particle size surveys*

The author presents the results of the analysis effected on 16 mechanical samples collected from a deposit located in the western part of Banat in order to outline, in this way, the capability of the collecting rocks to block themselves following the mobilization of the fine size fraction towards the moving liquid phases.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 36, nr. 1, 1985

Books review

СОДЕРЖАНИЕ

C.Z. 622.271.3: 622.332: 621.879.48

Стэйкуш, И. *Селективная выемка и возможности применения крупных роторных экскаваторов на лигнитных карьерах бассейна Олтении с тонкими пластами*

Автор рассматривает возможности селективной выемки и калорийность вынимаемого угля, а также технико-экономические параметры, которые могут быть достигнуты в результате внедрения на карьерах роторных экскаваторов.

Ключевые слова: тонкие пласты, лигнит, открытая разработка, роторные экскаваторы, селективная выемка, показатели.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 36, nr. 1, 1985

C.Z. 621.318: 622.625.2: 621.436

Замфир, В., Бонтя, Т., Вынэтору, И., Матеаш, Ст. *Теплогидравлическое реле автоматической защиты при перенагреве рудничных дизелевозов*

Представлена новая концепция реле, гидравлического действия для автоматической защиты при перенагреве рудничных дизелевозов. Реле осуществляет непрерывный автоматический контроль температуры

выхлопных газов с прекращением подачи дизельного топлива в двигатель, если его температура превышает определённую величину.

Ключевые слова: рудничные дизелевозы перенагрев, реле защиты.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 1, 1985

C.Z. 622.284.54: 62.011.54

Скробан, Ал., Жула, Д., Нан, М. *Методы и стенд испытания и проверки гидравлической аппаратуры*

Представлена методика проверки шахтной аппаратуры механизированных крепей, в т.ч. применяемые в этих целях стенды. Конкретно рассматриваются особенно гидрораспределители как элементы, которые направляют гидравлический агент к отдельным секциям установки, в соответствии с полученным заказом.

Ключевые слова: механизированная крепь, гидравлическая аппаратура, стенд, проверка.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 1, 1985

C.Z. 622.251:535

Дима, Н. и др. *Проверка отклонения от вертикали шахтных стволов с помощью лазерной установки He — Ne*

Лазерная установка He — Ne, которая была проверена в условиях Угольного предприятия Кымпулунг, позволяет проверить отклонение ствола от вертикали как при проходке так и в периоде его эксплуатации. Метод может применяться на большие расстояния, время измерений намного сокращено, а работа установки может быть автоматизирована.

Ключевые слова: вертикальный ствол, лазер, отклонение от вертикали.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 1, 1985

C.Z. 622.33: 543

Гонтян, А., Вылча, В., Ионеску, Кл. *Состояние химизации углей*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 1, 1985

C.Z. 622.361.2. 622.7.

Сетел, М., Фьюлеки, Ал. *Возможности применения зунийта для обогащения отечественного каолина*

Авторы представляют место нахождения и геологическую характеристику поля, в котором были выявлены зунийт галогенные алюмосиликаты, проведенные анализы, а также результаты лабораторных испытаний проб зунийта из контура Выргиш, Горы Харгита.

Ключевые слова: зунийт, применение, обогащение каолина.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 1. 1985

C.Z. 551.7: 622.335: 622.367.3: 65.012.23

Попеску, Г. К. *Перспективы выявления антрацита, пирофилита и талька на северном склоне Гор Парынг*

Представлены геологические, петрографические и минералогические характеристики формаций Скела являясь скопления с разрабатываемыми запасами антрацита, пирофилита и талька, физико-химические свойства антрацита, технологические свойства пирофилита и талька. В заключении представлена экономическая перспектива данной зоны.

Ключевые слова: зона Парынг, перспективы, антрацит, пирофилит, тальк, характеристики.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 1, 1985

C.Z. 550.8: 551: 553.78

Недопака, М. *Основные аспекты глубинной разработки месторождения Брустурь*

На основе разведочных работ для изучения глубинной структуры месторождения Брустурь был составлен литостратиграфический разрез до 1 100 м и выявлены две системы покрова шарьяжа. Далее месторождение характеризуется комплексными гидротермальными минерализациями и пирометасоматическими минерализациями с окисями железа.

Ключевые слова: месторождение Брустурь, глубинная разведка, литостратиграфический разрез, оруденение, комплексные руды.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 1, 1985

C.Z. 550.822.3:

Крецу, И. *Дополнительные информации о механическом керновом бурении*

Представлены возможности оценки скорости подъёма частиц буровой мелочи как основной элемент положительной информации о кернах.

Ключевые слова: керн, буровая мелочь, скорость подъёма.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 1, 1985

C.Z. 622.323: 622.276

Георгицою, Ал. *Возможности улучшения проведения анализов гранулометрических составов*

Представлены результаты анализа 16 механических проб, отобранных из месторождения, расположенного в западной части Баната, в целях выявления способности коллекторных пород блокировать — в результате скопления гранулометрической тонкой фракции — движающиеся жидкие фазы.

Ключевые слова: коллекторные породы, тонкие фракции, жидкие фазы, блокировка.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 1, 1985

Рецензии

SOMMAIRE

C.Z. 622.271.3: 622.332: 621.879.48

Stăicuş, I. *L'excavation selective et possibilités d'utilisation des excavateurs à roue-pelle de très grande capacitè dans les carrières de lignite du bassin Oltenia aux couches de faibles épaisseurs*

L'auteur analyse les possibilitès d'abbatage sélectif et le pouvoir calorique du charbon en train d'être extrait, ainsi que les paramètres techniques-économiques qui peuvent être réalisés à l'introduction en carrières des excavateurs à roue-pelle.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 1, 1985

C.Z. 621.318: 622. 625.2: 621.436

Zamfir, V., Bontea, G., Vînătoru, I., Mateaş, St. *Relais thermohydraulique pour la protection automatique à surchauffage des locomotives diesel de mine*

On présente un relais de conception nouvelle qui réalise le contrôle automatique continu de la température des gaz de l'échappement, en interrompant l'alimentation à motorine de moteur de la locomotive au moment où la température de celui-ci dépasse une certaine valeur préalablement établie.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 1, 1985

Scroban, Al., Jula, D., Nan, M. *Méthode et standard pour essais et la vérification de l'appareillage hydraulique de type minier*

On présente la méthodologie de vérification de l'appareillage minier comme partie componante des soutènements mécanisés, y compri les stands utilisés dans ce but. On fait des références concrètes surtout aux distributeurs hydrauliques comme éléments qui dirigent l'agent hydraulique aux différentes sections de l'installation selon une commande reçue de l'atelier.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 1, 1985

C.Z. 622.251: 535

Dima, N. et al. *Vérification de la verticalité des puits de mine à l'aide d'une instalation laser He-Ne*

L'instalation laser He-Ne experimentée dans l'entreprise minière Cîmpulung permet la vérification de la verticalité des puits de mine tant en creusement que dans l'exploitation. La méthode s'applique aux grandes distances, le temps de mesurement est bien reduit et l'installation peut être automatisée.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 1, 1985

C.Z. 622.33: 543

Gontean, A., Vâlcea, V., Ionescu, Cl. *La situation actuelle du traitement chimique du charbon*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 1, 1985

C.Z. 622.361.2: 622.7

Setel, M., Fülcki, Al. *Possibilités d'utilisation du zunyite pour l'ennoblissement du kaolin indigène*

Les auteurs présentent la localisation et la caractérisation géologique du périmètre Vîrghiş (monts Harghita) où on a découvert le zunyite (alumino-silicate halogenate), on présente les analyses et les résultats des essais en laboratoire effectués sur quelques échantillons.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 1, 1985

C.Z. 551.7: 622.335: 622.367.3: 65.012.23

Popescu, Gh. et al. *Les perspectives pour anthracite, pyrophylite et talc dans le flanc nordique des monts Parang*

On présente les caractéristiques géologiques, pétrographiques et minéralogiques de la formation Schela avec des accumulations exploitables d'anthracite, pyrophylite et talc, ainsi que les caractéristiques pétrographiques et physiques-chimiques de l'anthracite, les caractéristiques minéralogiques et technologiques en laboratoire du pyrophylite et du talc. A la fin de l'article on donne aussi les perspectives économiques de la zone investiguée

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 1, 1985

C.Z. 550. 8; 551, 553. 78

Nedopaca, M. *Les principaux aspects sur l'exploitation en profondeur du gisement Brusturi*

Basé sur les travaux d'exploitation en profondeur du gisement Brusturi on a élaboré une colonne lithostratigraphique sur 1100 m mettant en evidence deux systèmes de nappe de charriage. Le gisement continue en profondeur avec des minéralisations hydrothérmales complèxes et pyrosomathiques et oxides de fer.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 1, 1985

C.Z. 0822.553.

Creţu. I. *Complètement des informations du carottage mécanique pour des échantillons à tamis*

On présente un étude sur les possibilités d'estimation de la vitesse ascentionelle des particules de detritus, élément de base pour le complètement positif des informations données par les carottes.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 1, 1985

C.Z. 544.545: 622.34

Gheorghiţoiu, Al. *Possibilités améliorées pour l'achèvement des analyses granulométriques*

On présente les résultats d'une analyse éffectuée sur 16 échantillons mécaniques prélevés d'un gisement dans l'ouest du Banate, pour mettre en évidence dans ce mode la capacité des roches collecteures de se bloquer par suite de la mobilisation de la fraction granulométrique fine vers les phases liquides mobiles.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 1, 1985

INHALT

C.Z. 622.2713: 622.332.621.879.48

Stăicus, I. *Selektive Baggerung und Anwendungsmöglichkeiten der Schaufelradbagger sehr grosser Kapazität in Flözen kleiner Mächtigkeit der Braunkohlentagebaue des Oltenia Reviers*

Der Verfasser überprüft die Möglichkeiten einer selektiver Schneidung, die Wärmeleistung der zu gewinnenden Kohle, sowie die technische und wirtschaftliche Parameter die durch die Einführung in die Tagebaue der Schaufelradbagger zu erreichen sind.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 1, 1985

C.Z. 621.318: 622.625.2: 621.436

Zamfir, V., G., Vînătoru, I., Mateas, St. *Thermohydraulisches Relais für den automatischen Schutz gegen die Überheizung der Dieselgrubenlokomotiven*

Vorgestellt wird ein Relais neues Konzeptes mit hydraulischer Betätigung für den automatischen Schutz gegen die Überheizung der Dieselgrubenlokomotiven. Das Relais führt die automatische, ununterbrochene Temperaturüberwachung der Auspuffgase durch, wobei die Kraftstoffzuführung zu dem Lokomotivenmotor unterbrochen wird, sobald dessen Temperatur einen bestimmten Soll-Wert überschreitet.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 1, 1985

C.Z. 622.284.54: 62.011.54

Scroban, Al., Jula, D., Nan, M. *Methoden und Prüfvorrichtungen und die Prüfung der hydraulischen Geräte des bergmännischen Bereiches*

Vorgestellt wird die Prüfungsmethodologie der bergbaulichen Geräte, der Hydraulikteile der Ausbauausrüstungen, einschliesslich die zu diesem Zweck benutzten Prüfvorrichtungen. Konkrete Hinweise werden auf den hydraulischen Verteilern gemacht, als Teiledie die hydraulische Flüssigkeit zu verschiedenen Stellen der Anlage, gemäss einer von der Werkstatt übergebenen Steuerung, führt.

Mine, Petrol şi Gaze vol. 36,nr 1, 1985

Dima, Al. et al. *Die Prüfung der Schachtlotung mit Hilfe einer He-Ne Laseranlage*

Die He-Ne Laseranlage welche im Rahmen des Bergbaubetriebes Cîmpulung geprobt wurde, ermöglicht die Überprüfung der Grubenschachtlotung während des Abteufens und des Betriebes. Die Methode kann auf grossen Abständen verwendet werden, die Messzeit ist wesentlich verkürzt und die Anlage kann automatisch gesteuert werden.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 1, 1985

C.Z. 622.33: 543

Gontean, A., Vâlcea, V., Ionescu, Cl. *Der gegenwärtige Stand der Kohlenchemisation*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 1, 1985

C.Z. 622.361.2: 622.7

Setei, M., Füleki, Al. *Verwendungsmöglichkeiten des Zunyits, zwecks der Veredluhg der inlandischen Kaoline*

Die Verfasser stellen die Ortung und die geologische Beschreibung des Bereiches in welchem das Zunyit (Alumosilikat-Halogenat) entdeckt wurde, vor und erwähnen die erfolgten Analysen sowie die Ergebnisse der Laborprüfungen, welche auf den aus dem Bereich Virghiş, Harghita Gebirge gesammelten Mustern durchgeführt wurden.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 1, 1985

C.Z. 551.7: 622.335: 622.367.3: 65. 012.23

Popescu, Gh. *Perspektive für Anthrazit, Pyrophyllit und Talk auf dem nordischen Flügel der Parîng Gebirge*

Vorgestellt werden die geologischen, petrographischen und mineralogischen Charakteristiken der Formation Schela welche gewinnbare Ansammlungen von Anthrazit, Pyrophyllit und Talk aufweist. Gleichzeiting werden die petrographischen, die physikalischen und chemischen Charakteristiken des Anthrazits, die mineralogischen und die labor-bestimmten verfahrenstechnischen Charakteristiken des Pyrophyllits und des Talks vorgestellt. Endlich werden auch die wirtschaftlichen Perspektive des untersuchten Bereiches angegeben.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 1, 1985

C.Z. 550.8: 551: 553.78

Nedopaca, M. *Die Hauptaspekte des Tiefbaus der Lagerstätte Brusturi*

Auf Grund der Erkundungsarbeiten in der Tiefe der Lagerstätte Brusturi wurde eine lithostratigraphische Kolonne auf 1100 m aufgestellt, wodurch zwei Systeme von Überschiebungsdecken ausgezeichnet wurden. Die Lagerstätte läuft in der Tiefe mit komplexen hydrothermalen und pyrosomatischen Mineralisation mit Eisenoxyden weiter.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 1, 1985

C.Z. 550.822.3

Creţu, I. *Die Ergänzung der durch Kernbohren bestimmten Informationen durch Siebproben*

Vorgestellt wird ein Studium der Schätzungsmöglichkeiten der Auftriebsgeschwindigkeit der Bohrschlammpartikeln, als Hauptelement zur positiven Ergänzung der von den Kernproben gegebenen Informationen.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 1, 1985

C.Z. 544: 545: 622.34

Gheorghiţoiu, Al. *Verbesserten Möglichkeiten der Durchführung der Korngrössenanalysen*

Vorgestellt werden die Ergebnisse der auf 16 aus einer Lagerstätte von dem westlichen Bereich der Region Banat gesammelten Proben durchgeführten Analysen, um auf diesem Weg das Vermögen der Sammelgesteine, Folge der Mobilisierung der Feinkornklasse nach den flüssigen, sich bewegenden Phasen sich zu blockieren, anzuzeigen.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 1, 1985

Bücherschau

Revista MINE, PETROL şi GAZE este editată de Oficiul de informare documentară pentru industria minieră, Bucureşti, Calea Victoriei 220, sector I, cod. 71104, C.P. 22—146, telefon 59.29.75.
Tiparul : Intreprinderea poligrafică „Informaţia" str. Brezoianu nr. 23—25, Bucureşti, c. 2709

Preţul : 13 lei/exemplar

Corector: Cornelia Popa

Grafica : A. Socaciu

c. 2709

43103

Excavarea selectivă şi posibilităţile de folosire a excavatoarelor cu rotor de foarte mare capacitate în carierele de lignit din Oltenia cu strate de grosimi mici

Ing. I. Stăicuş
I.C.I.T.P.M.L.Craiova

Nevoile crescînde de combustibili solizi — în special lignit — pentru utilizarea lor în termocentrale a făcut necesară deschiderea şi punerea în exploatare a unor cariere cu capacităţi de producţie din ce în ce mai mari.

Volumul de masă minieră ce trebuie excavat a necesitat introducerea în carieră a excavatoarelor cu rotor, iniţial de capacitate mică şi, ulterior, pe măsura acumulării experienţei, de capacitate medie.

Pe plan mondial au apărut şi au fost puse în funcţiune excavatoare cu rotor de mare şi foarte mare capacitate [1].

Principalele caracteristici tehnice ale excavatoarelor sînt prezentate în tabelul 1, corelate cu caracteristicile rocilor argilo-marnoase care predomină în carierele de lignit din bazinul Olteniei.

La introducerea excavatoarelor cu rotor în fluxul tehnologic al carierelor este necesar a se analiza, printre altele, în mod special:

- posibilităţile de tăiere selectivă şi puterea calorifică a cărbunelui extras;
- parametrii tehnico-economici care pot fi realizaţi.

I. Stratele de lignit din zăcămînt se prezintă sub forma unor complexe de bancuri cărbunoase cu o grosime medie de 1—5 m, separate prin intercalaţii de roci sterile.

Soluţia utilizării excavatoarelor cu rotor a fost aleasă tocmai datorită posibilităţii acestora de a excava selectiv cărbunele sau intercalaţiile sterile.

În cazul exploatării cărbunelui cu excavatoare cu rotor, gradul de diluţie, ca şi mărimea pierderilor de substanţă utilă depind de un mare număr de parametri, care pot fi grupaţi în patru categorii.

1. Parametrii constructivi ai excavatorului:
   — diametrul rotorului;
   — viteza periferică la nivelul cupelor excavatorului;
   — numărul, mărimea, construcţia şi amplasamentul cupelor pe rotor;
   — lungimea braţului rotorului, sub aspectul posibilităţii maxime de avansare în treapta de lucru;
   — posibilităţile de vizibilitate ale excavatoristului din cabină la punctul de tăiere.
2. Parametrii frontului de lucru:
   — poziţia stratului faţă de platforma de vehiculare;
   — înălţimea frontului de lucru;
   — adîncimea fişiei tăiate;
   — lăţimea fişiei;
   — unghiul de taluz al frontului.
3. Parametrii geotehnici ai rocilor:
   — natura rocilor din cuprinsul stratului;

Tabelul 1

Specificaţie	Excavatoare de capacitate			
	mică	medie	mare	foarte mare
Productivitatea teoretică, m^3/h	1 690	3 860	8 720	19 120
Productivitatea de exploatare, m^3/h	407	1 158	2 616	5 736
Productivitatea de exploatare anuală, mii m^3	1 384	3 937	8 894	19 502
Raport de creştere a productivităţii de exploatare de la un tip la altul	1	2,8	2,2	2,1
Înălţimea de treaptă la excavare pentru roci argilo-marnoase, m	15	20(30)	25(50)	26(51)
Diametrul rotorului, m	6,3	11,5	17,5	21,6
Numărul de cupe:				
total buc.	8	18	22	18
cupe active buc.	8	8	11	18
cupe false buc.	—	8	11	—
Lungime braţ rotor, m	23,2	36,2	100(70,5)	100(70,5)
Lungime totală, m	51,8	126,9	209,1	222,8
Înălţime totală, m	22	36	73,5	87
Greutate, t	630	2 299	9 480 (7 900)	15 360 (12 800)
Indice de greutate raportat la capacitatea orară de exploatare, t/m^3	1,54	1,98	3,62(3,01)	2,67 (2,23)
Presiunea pe sol, kg/cm^2	1—1,15	1,0—1,15	1—1,15 (1,4—1,43)	1,0—1,15 (1,59—1,77)
Mase excavate pe durata de viaţă a utilajului (25—30 ani), mil.m^3	34—41	98—118	222—266	487—585

Notă: În paranteze sînt daţi parametrii constructivi ai excavatoarelor existente care trebuie modificaţi, de natura rocilor din bazinul Olteniei.

— umiditatea stratului de acoperiș;
— numărul de intercalații sterile.

4. Parametrii organizatorici:
— experiența și cointeresarea excavatoristului;
— iluminatul pe timp de noapte.

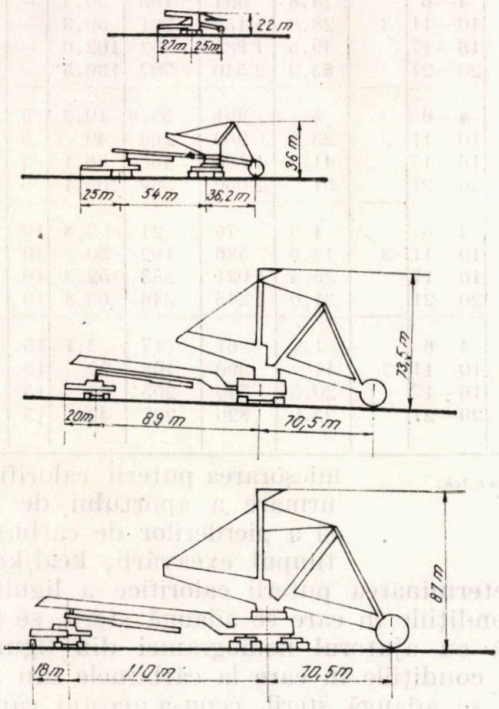


Fig 1. Excavatoare cu rotor

Tabelul 2

Specificație	Posibilități:	
	de pierdere a lignitului	de introducere a sterilului în lignit
f — steril căzut din cupele excavatorului	—	da
e — steril din acoperiș	—	da sau nu
b — cărbune din acoperiș	da sau nu	—
c — cărbune din culcuș	da sau nu	—
d — steril din culcuș	—	da sau nu

Pentru determinarea aportului de steril (diluție) în procesul excavării cu rotor, s-au efectuat studii care stabilesc — cumulat pentru toți factorii — volumul de steril inclus în cărbune. Zona în care se localizează aportul de steril este arătată în figura 2.

În zona intrîndului L se produc atît introducerea sterilului în cărbunele excavat, cît și eventualele pierderi de cărbune pe acoperișul stratului. Zonele de acțiune a rotorului în acoperiș și în culcuș pentru tăierea selectivă în zona A și B, din figura 2, sînt impuse de faptul că rotorul se poate afla — în timpul excavării — în cele trei poziții *1*, *2*, *3*:

$$A = f + e + b,$$
$$B = c + d.$$

Întrucît rotorul are o viteză periferică de 6—24 m/min și aceasta este influențată de cele patru grupe de factori care condiționează tăierea selectivă, rotorul nu se poate menține constant pe una din pozițiile *1*, *2*, *3*, mai ales atunci cînd stratul este ondulat. Ca atare, se poate admite că, în timpul excavării, rotorul poate trece prin toate pozițiile și volumul de steril introdus în lignit, precum și pierderile de lignit se pot determina numai prin măsurători în timpul excavării și prin interpretări grafoanalitice ale datelor. Măsurătorile, în final, se rezumă la determinarea, în procente, a sterilului introdus în cărbune și a pierderilor de cărbune, raportate la volumul de cărbune excavat. Cunoscînd aceste procente, se pot determina și dimensiunile în kg/m²; kg/t; cm.

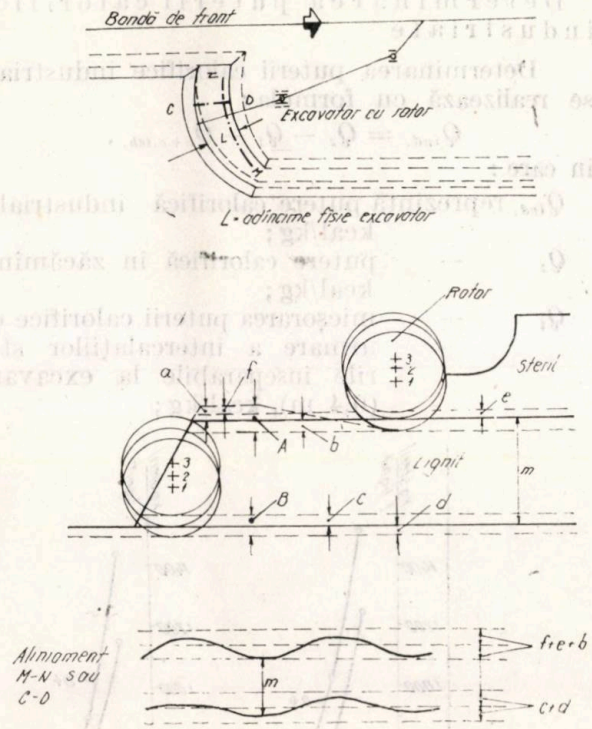


Fig. 2. Tăierea selectivă cu excavator cu rotor

Ținînd seama de datele obținute prin cercetările efectuate în carierele din Oltenia, precum și de literatura de specialitate [2], prezentate în tabelul 3, s-au întocmit diagramele din figura 3. Pentru stratele mai groase de 2 m și rotoare cu diametre mai mari de 11 m, valorile au fost extrapolate.

În diagramele din figura 3 și tabelul 4 (strat de 3 m) se observă — spre exemplu — că, pe măsura creșterii diametrului rotorului, crește și aportul de steril.

Tabelul 3

Extragere strat, %	Diametrul rotorului, m	Grosimea stratului, m	Aport mediu steril în zona $A + B$				Pierdere medie de cărbune în zona $A + B$	
			%	kg/m²	kg/t	cm ($f+e+d$)	%	cm ($b+d$)
100	4—6	1	27	361	300	18,5	—	—
		2	20	536	223	27,5	—	—
	10—11	1	64	857	714	43,9	—	—
		2	43	1152	480	59,0	—	—
95	4—6	1	20	268	223	13,7	5	5
		2	11	294	245	15,0	5	10
	10—11	1	60	804	670	41	5	5
		2	38	1018	424	52	5	10
90	4—6	1	13	174	145	8,9	10	10
		2	5	134	55	6,8	10	20
	10—11	1	54	723	602	37	10	10
		2	28	750	312	38	10	20
85	4—6	1	9	120	100	6	15	15
		2	4	107	89	5	15	30
	10—11	1	49	656	546	33	15	15
		2	24	643	535	32	15	30

Determinarea puterii calorifice industriale

Determinarea puterii calorifice industrială se realizează cu formula :

$$Q_{ind.} = Q_z - Q_i - Q_{s+c.teh.},$$

în care :

$Q_{ind.}$ reprezintă putere calorifică industrială, kcal/kg ;

Q_z — putere calorifică în zăcământ, kcal/kg ;

Q_i — micşorarea puterii calorifice ca urmare a intercalaţiilor sterile inseparabile la excavare (0,4 m), kcal/kg ;

Tabelul 4

Extragere strat, %	Diametrul rotorului, m	Grosimea stratului, m	Aportul mediu steril tehnologic în zona $A + B$				Pierde cărbune în zona $A+B$	
			%	kg/m²	kg/t	cm	%	cm
100	4—6	3	14,8	594	165	30,4	—	—
	10—11		28,8	1 157	321	59,3	—	—
	16—17		49,5	1 989	552	102,0	—	—
	20—21		63,2	2 546	707	130,5	—	—
95	4—6	3	5	201	55,8	10,3	5	15
	10—11		23,9	960	266	49	5	15
	16—17		41,8	1 680	466	86,1	5	15
	20—21		51	2 050	569	105,1	5	15
90	4—6	3	1,9	76	21	3,8	10	30
	10—11		14,6	586	162	30	10	30
	16—17		25,4	1 021	283	52,3	10	30
	20—21		31,0	1 246	346	63,8	10	30
85	4—6	3	1,7	61	17	3,1	15	45
	10—11		11	390	108	20	15	45
	16—17		20,5	740	205	38	15	45
	20—21		23,0	820	227	42	15	45

$Q_{s+c.teh.}$ — micşorarea puterii calorifice ca urmare a aportului de steril şi a pierderilor de cărbune în timpul excavării, kcal/kg.

Determinarea puterii calorifice a lignitului, în condiţiile în care se adaugă steril, se realizează cu ajutorul nomogramei din figura 4.

În condiţiile în care la cărbunele din zăcământ se adaugă steril, cenuşa acestui cărbune se va schimba. Noua valoare a cenuşii, la anhidru, se calculează cu formula :

$$A_{anh.ind.} = \frac{(A_{anh.z} \times m) + (100 \times g)}{m + g}$$

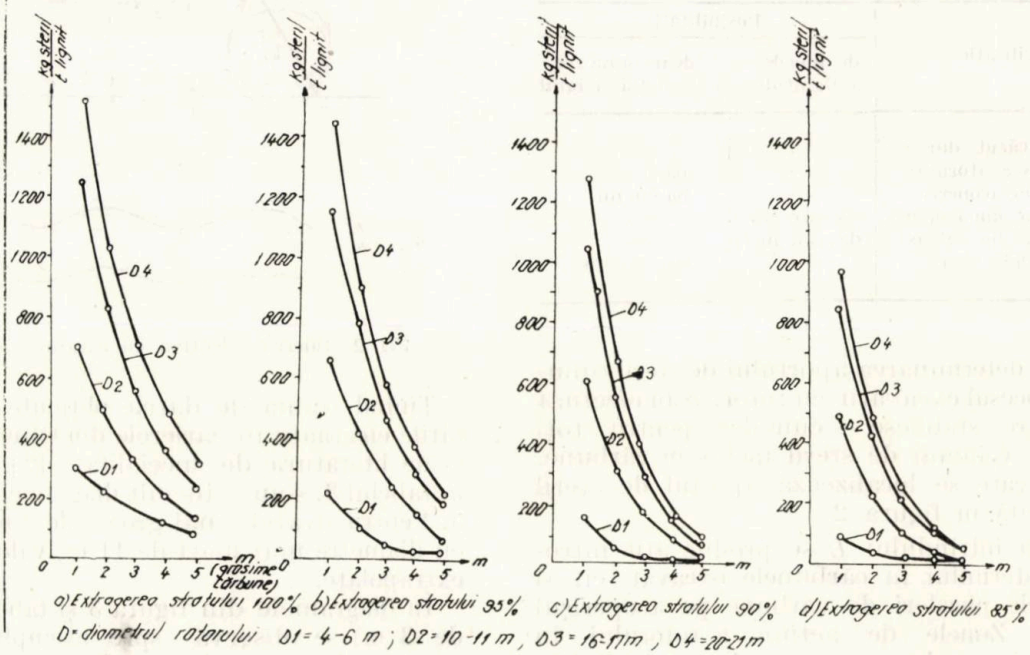


Fig. 3. Aport de steril la tona de lignit, funcţie de diametrul rotorului excavatorului, pentru taluz front cu unghiul de 50—60° şi $L = 0{,}6\ D$.

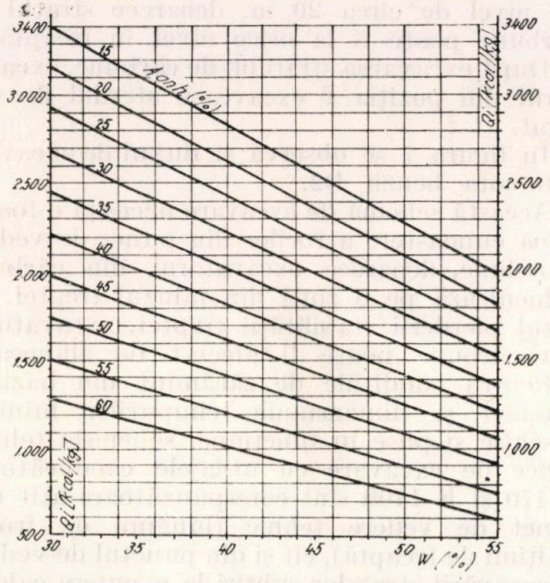


Fig. 4 Nomogramă pentru determinarea puterii calorifice a cărbunilor din bazinul Rovinari

$A_{anh.ind.}$ este cenușa la anhidru la lignitul excavat, %;
$A_{anh.z}$ — cenușa la anhidru în zăcămînt, %;
m — grosimea stratului de lignit, m;
g — grosimea sterilului adăugat, în procesul de excavare.

Pentru un lignit cu $Q_z = 2\,000$ kcal; $W = 42{,}5\,\%$; $A_{anh.z} = 32{,}5\,\%$ s-au întocmit diagramele din figura 5.

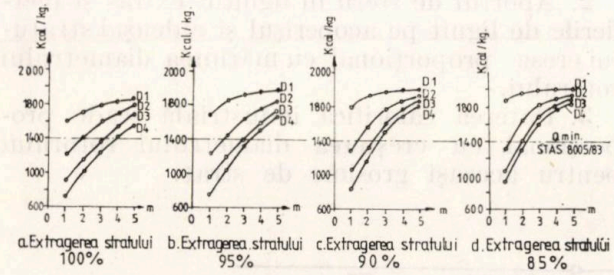


Fig. 5. Puterea calorifică a lignitului excavat, funcție de diametrul rotorului excavatorului

Aportul de steril pe grosimi de strate, funcție de diametrul rotorului folosit, s-a calculat cu ajutorul diagramelor din figura 3. Cunoscîndu-se greutatea volumetrică a cărbunelui și a sterilului, se poate determina aportul de steril, în centimetri.

Analizînd variația puterii calorifice din figura 5 se observă că:

— pentru același diametru de rotor, $Q_{ind.}$ crește cu grosimea stratului excavat;

— pentru diametre de rotor diferite, $Q_{ind.}$ se micșorează proporțional cu creșterea diametrului rotorului și a subțierii stratului de lignit;

— pentru stratele cu grosimi de 1—5 m, se recomandă folosirea excavatoarelor E 470 și parțial E 1400 ($D_{rotor} = 6-11{,}5$ m), care satisface obținerea puterii calorifice minime necesară termocentralelor;

— folosirea excavatoarelor de mare și foarte mare capacitate, cu diametrul rotorului de 16—21 m, ar conduce, în condițiile cîmpurilor miniere de lignit din Oltenia, la obținerea unor puteri calorifice sub 1 400 kcal/kg și, ca atare, nu sînt recomandate pentru excavarea treptelor în care se extrage și lignitul.

II. Pentru alegerea utilajelor principale necesare dotării unor cariere, se analizează o mulțime de parametri, printre care se cuprind și cei din tabelul 5.

În cazul în care sînt necesare excavații pe fronturi cu lungimi mai mari decît cele din tabelul 5, se folosesc schemele din figura 6.

Funcție de dimensiunile cîmpului minier, de masele care trebuie excavate în carierele din bazinul Olteniei, se pot folosi, cu rezultate bune, excavatoarele E 470, E 1400. În situația în care viitoarele perimetre vor necesita excavarea unor mase sterile deosebit de mari, este indicată dotarea carierelor cu utilaje de excavare de capacitate mare și foarte mare, îndeosebi pentru treptele cu excavații numai în steril și fronturi de 4—6 km lungime.

Tabelul 5

Specificație	Excavatoare de capacitate			
	mică	medie	mare	foarte mare
Înălțimea de excavare în roci argilo-marnoase, m	15	20	25	25
Lungimea fronturilor de excavare pentru o avansare de 150—200 m/an, km	0,5	1	4	6
Consum de metal la excavator, t/m³ capacitate de exploatare	1,54	1,98	3,39	2,23
Consum de energie electrică pe excavator, t/m³ capacitate de exploatare	1,04	1,05	1,2	1,22
Productivitatea de excavare, m³/om/h	40,7	72,3	145,3	286,8
Total masă excavată pe durata de viață a excavatorului (25—30 ani), mil. m³	34—41	98—118	222—266	487—585
Posibilități de excavare				
— în steril	da	da	da	da
— în steril și cărbune 1—5 m (tăiere selectivă)	da	da	nerecomandabil	nerecomandabil

Acolo unde va fi nevoie să fie folosite excavatoarele de mare capacitate, în trepte cu steril și cărbune, se poate apela la schema din figura 7, în care stratul de cărbune va fi excavat de excavatoare E 470 sau E 1400.

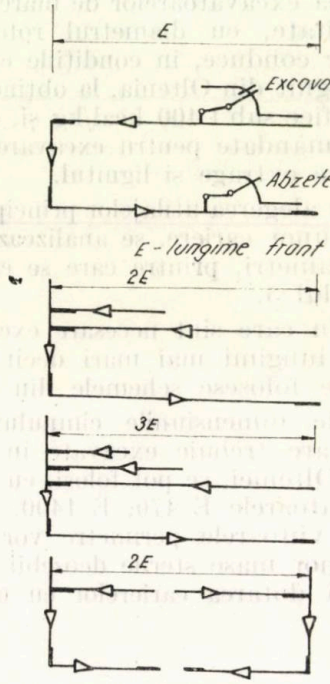


Fig. 6. Schema tehnologică de lucru cu excavatoarele cu rotor

Excavatorul de mare și foarte mare capacitate excavează sterilul deasupra stratului de cărbune din poziția *1*, depunîndu-l pe banda B2, formînd un intrînd de 35—40 m. Cărbunele descopertat este excavat de un excavator E 470 sau E 1400 din poziția *1* și depus, prin intermediul unui pod de taluz, pe banda B3. Podul de taluz trebuie să acopere o diferență de nivel de circa 20 m, deoarece stratul de cărbune poate fi la orice nivel în treaptă.

După excavarea stratului de cărbune, excavatorul din poziția *2* excavează sterilul de sub strat.

În figura 7 se observă și fluxul de excavare sub cota benzii B2.

Această schemă de excavare necesită o foarte bună cunoaștere a rocilor din punct de vedere geotehnic, deoarece excavatorul din cărbune vehiculează pe o zonă din taluzul treptei. În cazul pierderii stabilității treptei, excavatorul din cărbune poate fi afectat de alunecare.

Pentru condițiile de zăcămînt din bazinul Olteniei și dimensiunile cîmpurilor miniere deschise și puse în funcțiune, schemele tehnologice de excavare cu utilajele conducătoare E 470 și E 1400 sînt corespunzătoare atît din punct de vedere tehnic (lungimi de front, înălțimi de treaptă), cît și din punctul de vedere al excavării stratelor subțiri la o putere calorifică care se situează peste puterea minimă admisă de termocentrale.

Concluzii

1. În cazul exploatării stratelor de lignit cu grosimi de 1—5 m cu excavatoare cu rotor, mărimea pierderilor de substanță utilă sau aportul de steril depinde de : parametrii constructivi ai excavatoarelor, parametrii fronturilor de lucru, parametrii geotehnici ai rocilor din acoperiș și culcuș, precum și factorii organizatorici.

2. Aportul de steril în lignitul extras și pierderile de lignit pe acoperișul și culcușul stratului cresc proporțional cu mărimea diametrului rotorului.

3. Puterea calorifică industrială scade proporțional cu creșterea diametrului rotorului pentru aceeași grosime de strat.

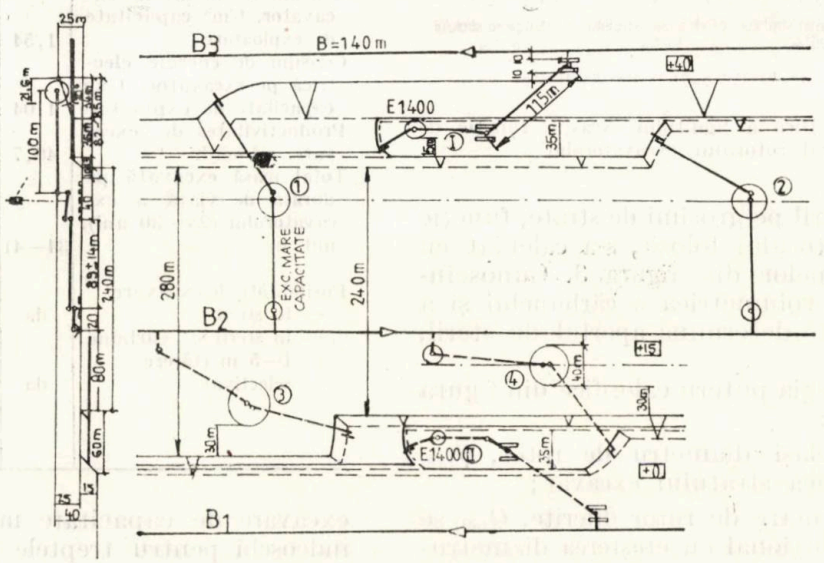


Fig. 7. Schema tehnologică combinată de excavare

4. Excavatoarele de mare și foarte mare capacitate pot fi folosite în treptele de steril cu o lungime de front de peste 3—4 km, în cariere care asigură mase ce trebuie excavate de ordinul a 250—530 mil.metri cubi pentru un utilaj, precum și rezerve de lignit care să asigure durata de viață a utilajelor și amortizarea lor.

5. Folosirea excavatoarelor E 470 și E 1400, a căror fabricație a fost asimilată în țară, cu care sînt dotate carierele deschise și în curs de deschidere, corespunde tăierii selective pentru strate de 1—5 m grosime și asigură puterea calorifică industrială necesară termocentralelor din țara noastră.

Bibliografie

[1] Fodor, D., Rotunjanu, I. *Tehnologii moderne de exploatare în carierele de lignit.* Revista Mine, Petrol și Gaze, nr. 6, 1979.

[2] Novicov, I. A. *Pierderile de exploatare a substanțelor utile în cazul excavării selective a straturilor complicate cu excavatorul cu rotor.* Revista IzVUZ Gornii Jurnal, nr. 8, 1980.

Releu termohidraulic pentru protecția automată la supraîncălzire a locomotivelor diesel de mină

V. Zamfir
G. Bontea
Institutul de Mine Petroșani

I. Vînătoru
St. Mateaș
Centrul de cercetări pentru securitate minieră Petroșani

I. Introducere

Pe sistemele de evacuare a gazelor, la locomotivele diesel de mină, se aplică diferite metode de răcire cu apă, în scopul reducerii temperaturii pe suprafața exterioară a conductei de evacuare și a temperaturii gazelor de evacuare în limitele de protecție stabilite.

Totodată, prin metodele de răcire aplicate (schimbătoare de căldură cu manta de apă exterioară sau cu pulverizare de apă la interior) se urmărește atît anihilarea pericolului de aprindere a substanțelor inflamabile rezultate în gazele de evacuare, cît și o reducere parțială a unor componente toxice.

În mod obișnuit, sistemele de răcire conțin și aparate de protecție, prin care se comandă oprirea automată a motorului diesel, în cazul rămînerii fără apă de răcire [1]. Totuși, din unele studii privind funcționarea locomotivelor diesel de mină există și situații reale de supraîncălzire, cînd aparatele de protecție, deși în funcțiune, nu sesizează stagnarea circulației apei de răcire [4; 5].

Prezentăm în cele ce urmează un releu de temperatură în variantă hidraulică (RTH), conceput în cadrul Centrului de cercetări pentru securitate minieră (C.C.S.M.) Petroșani și realizat la Institutul de Mine Petroșani (I.M.P.) în Atelierul de microproducție, unde s-a reproiectat într-o formă îmbunătățită și s-a omologat [6].

Prin echiparea locomotivelor diesel de mină LDM-45A și LDMS-45A cu acest releu, se asigură o protecție completă și eficace, în vederea înlăturării pericolelor generate de supraîncălzirea gazelor de eșapare ale motorului diesel. RTH asigură oprirea automată a motorului locomotivei, în situații de stagnare a răcirii cu apă și, de asemenea, cînd sînt depășiți parametrii de funcționare reglați, evitîndu-se, în acest fel, funcționarea locomotivei în stare generatoare de pericole.

II. Principiul de funcționare și descriere

RTH constituie un dispozitiv de siguranță și protecție, suplimentar, împotriva dezvoltării temperaturilor înalte pe sistemul de evacuare al locomotivelor diesel și se prezintă relativ simplu din punctul de vedere constructiv și al principiului de funcționare. RTH este deosebit de robust și are fiabilitate ridicată.

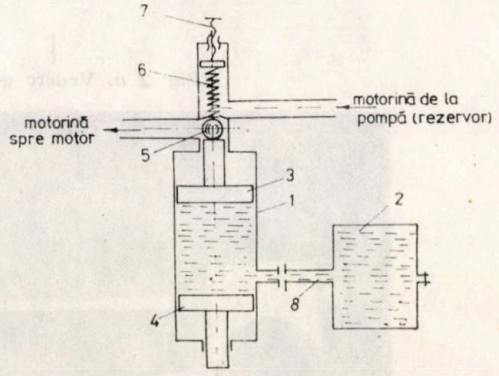
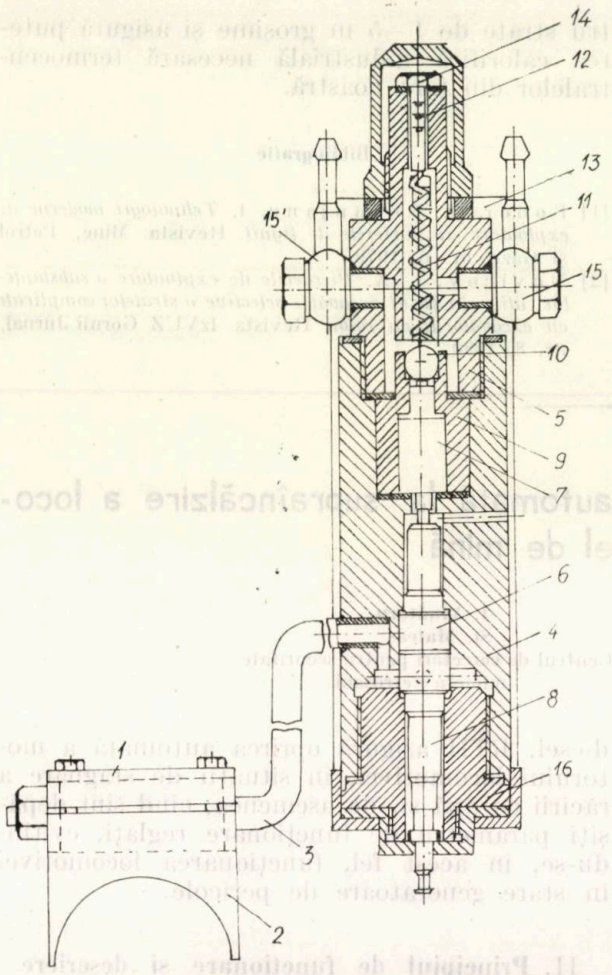


Fig. 1. Releu termohidraulic:
1 — corpul releului; *2* — traductor de temperatură cu ulei; *3* — piston liber de execuție; *4* — piston liber de control; *5* — ventil cu bilă; *6* — resort pentru reglare; *7* — șurub de reglare; *8* — conductă de legătură



Principiul de funcţionare se bazează pe proprietatea lichidelor de a-şi mări volumul o dată cu creşterea temperaturii incintei în care se află.

În principiu, aşa cum rezultă din figura 1, RTH se montează în circuitul de alimentare cu motorină şi se compune din : corpul releului *1* montat pe corpul motorului locomotivei, traductorul de temperatură *2* (bazinet) montat pe ţeava de eşapament, pistonaşul liber *3* de execuţie, pistonaşul liber *4* de control, ventilul cu bilă *5*, resortul de apăsare *6*, şurubul de reglare *7* şi conducta de legătură *8* dintre traductorul *2* şi corpul releului *1*.

Varianta materializată în cadrul Atelierului de microproducţie din I.M.P., prezentată în figura 2, se compune din : bazinetul *1* montat în carcasa *2*, ce se sudează pe ţeava de eşapament a locomotivei, legat de corpul releului prin conducta de legătură *3*. Corpul releului este format din două blocuri *4* şi *5* asamblate între ele etanş, prin filet şi garnitură. În cele două blocuri se găseşte un lanţ de pistonaşe libere *6* ; *7* şi *8* montate în carcase individuale. Lanţul pistonaşelor *6* şi *7* constituie elementele de execuţie, iar ansamblul pistonaşului *8* reprezintă elementele de control al stării de funcţionare a releului. În armătura *9* pentru ansamblul pistonului *7* se găseşte bila ventilului *10* presată prin arcul elicoidal *11*, acordat prin şurubul

Fig. 2. Releu termohidraulic, varianta îmbunătăţită.

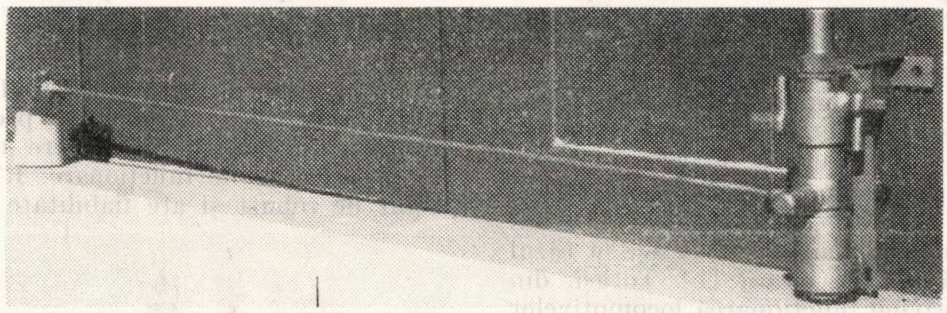


Fig. 2 *a*. Vedere generală a releului termohidraulic

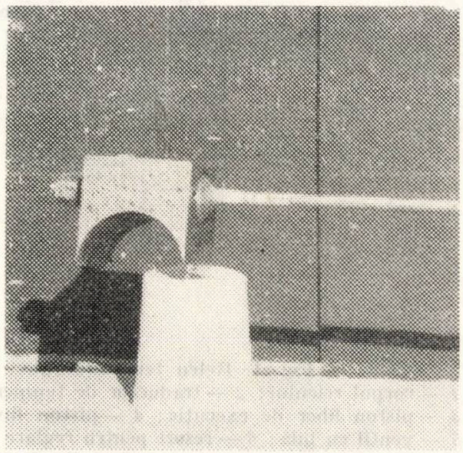


Fig. 2 *b*. Traductorul (bazinetul) cu carcasa de prindere pe ţeava de eşapament a locomotivei

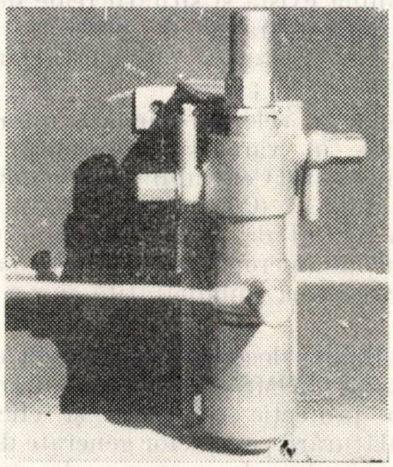


Fig. 2 *c*. Corpul releului cu suportul de prindere

12 de reglare. Releul are suportul *13* prin care se fixează în două din șuruburile existente pe corpul motorului. Prin șurubul *14* se asigură, protecția șurubului de reglare *12* și etanșarea, prin garnitură, în partea superioară a releului. Prin racordurile *15*, releul se intercalează în circuitul de alimentare cu motorină, avînd grijă ca sensul de circulație al acesteia să fie de la racordul din dreapta spre cel din stînga. Releul se etanșează în partea inferioară cu o garnitură, strînsă prin piesa de închidere *16*.

Funcționarea. La funcționarea normală, cînd temperatura gazelor arse este sub limita periculoasă, arcul *11* menține bila *10* în locașul ei din piesa *9*, lăsînd cale liberă motorinei care circulă de la racordul *15* la racordul *15'*. La funcționarea de avarie, cînd temperatura gazelor evacuate depășește limita de periculozitate, uleiul din bazinetul *1* își mărește volumul, mișcînd pistonașele ansamblelor *6* și *7* și, o dată cu ele, bila *10* care va obtura calea de circulație a motorinei prin piesa *5* (alezajul piesei *5* în care se află montat arcul elicoidal *11*), întrerupînd astfel alimentarea cu motorină a motorului care se va opri.

După trecerea unui anumit timp, sistemul se răcește și bila *10* revine la locașul piesei *9*, prin apăsarea permanentă a arcului *11*, care se destinde și motorul poate fi pornit din nou. Starea de funcționare se controlează apăsînd pe pistonul ansamblului *8*, constatînd existența cursei bilei *10*, ceea ce înseamnă că circulația motorinei este liberă și deci motorul poate fi repornit.

III. Caracteristici tehnice

RTH, în varianta din figura 2, se caracterizează prin următoarele :

- asigură controlul permanent al temperaturii gazelor eșapate și comandă închiderea alimentării motorului cu motorină, cînd aceasta atinge valoarea considerată critică (130 $\pm$ 5°C) ;
- nu este sensibil la trepidații ;
- funcționarea RTH-ului nu este influențată de funcționarea motorului locomotivei, în vecinătatea căruia lucrează ;
- are posibilitatea permanentă de control a stării de funcționare ;
- se atașează ușor pe locomotivă cu modificări nesemnificative ;
- prezintă o construcție robustă și capsulată cu elementele în mișcare bine protejate și greu accesibile din exterior ;
- masa releului, cu suport, traductor și conducte de legătură, este de circa 12 kg ;
- dimensiunile de gabarit sînt acceptabile ; (fără traductor și conductă : 300 mm $\times$ 200 mm $\times$ 150 mm) ;
- nu este poluant și nu este periculos pentru atmosfera explozivă minieră.

IV. Elemente de calcul. Calculul de verificare la închiderea ventilului. Caracteristica de transfer a releului

1. Ecuația de transfer a căldurii de la traductor la ventil

Așa cum s-a precizat, RTH are la bază principiul dilatării volumice a uleiului din sistemul traductor-conductă, dilatare care produce închiderea unui ventil și oprirea alimentării cu motorină a motorului.

Problemele care interesează, legate de proiectarea, reglarea și exploatarea releului, sînt :

— transmiterea căldurii de la bazinet pe conducta de legătură dintre traductor și corpul releului și legea de distribuție a temperaturii ;

— dilatarea uleiului din traductor, precum și dilatarea uleiului din interiorul conductei, în funcție de distribuția de temperatură ;

— cursa bilei ventilului pentru închiderea alimentării, în caz de avarie, în funcție de creșterea temperaturii gazelor de eșapament.

Se introduc următoarele notații :

t_e — temperatura mediului ambiant, °C ;
t_n — temperatura de funcționare în regim normal, °C ;
t^* — temperatura de funcționare în regim periculos, °C ;
V_0 — volumul de ulei din traductor, m³ ;
V_c — volumul de ulei din conducta de legătură dintre traductor și releu, m³ ;
D_e, d — diametrul exterior al bazinetului, respectiv al conductei de legătură, m ;
λ — coeficientul de conductivitate termică, W/m°C ;
α — coeficientul de schimb superficial de căldură prin convecție, W/m² °C.

Modelul de calcul se obține asimilînd [3] conducta de legătură dintre traductor (bazinet) și corpul releului cu o bară tubulară cu secțiunea transversală A, aflată în contact cu mediul ambiant pe toată periferia ei. Această bară are la un capăt temperatura t_0 presupusă constantă, iar temperatura mediului ambiant, în care se află plasată bara, este t_e — presupusă, de asemenea, constantă. Temperatura celuilalt capăt al barei de lungime l se va considera t_e. Căldura se transmite prin conductivitate în lungul barei, iar prin convecție și radiație — pe periferia ei, așa cum se vede în figura 3.

Se presupune, pentru simplificare, că temperatura se menține constantă pe întreaga secțiune a barei. În baza acestei ipoteze se poate considera că temperatura variază numai cu coordonata longitudinală x. Transmiterea de căldură prin convecție și radiație către mediul ambiant se consideră înglobată în coeficientul α, prin formula :

$$\mathrm{d}\dot{Q} = \alpha(t - t_e)P\ \mathrm{d}x, \qquad (1)$$

unde :

t este temperatura curentă din lungul barei ;

P — perimetrul barei.

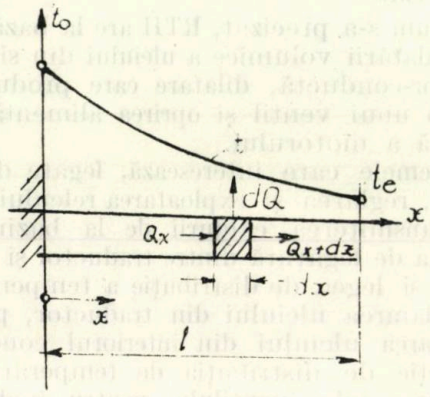


Fig. 3. Principiul de transmitere a căldurii

Această căldură emanată transversal se poate exprima ca diferență dintre fluxurile de căldură care trec prin secțiunile barei situate la distanțele x și $x + \mathrm{d}x$ de origine, adică :

$$\mathrm{d}\dot{Q} = \dot{Q}_x - \dot{Q}_{x+\mathrm{d}x} = -\lambda A \frac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}x} - \left(\frac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}x} + \frac{d^2\theta}{\mathrm{d}x^2}\mathrm{d}x\right) = \lambda A \frac{\mathrm{d}^2\theta}{\mathrm{d}x^2}\mathrm{d}x, \qquad (2)$$

în care s-a notat cu $\theta = t - t_e$.

Ținînd cont de (1), relația (2) se poate pune sub forma următoarei ecuații diferențiale :

$$\frac{d^2\theta}{\mathrm{d}x^2} = \frac{\alpha P}{\lambda A}\theta. \qquad (3)$$

Dacă se notează cu :

$$m^2 = \frac{\alpha P}{\lambda A}, \qquad (4)$$

se obține următoarea soluție generală pentru ecuația (3) :

$$t = t_e + C_1 e^{-mx} + C_2 e^{+mx}, \qquad (5)$$

unde : C_1 și C_2 sînt constante de integrare, determinabile din condițiile la limită, care sînt :

— pentru abscisa $x = 0$; $t = t_0$ și deci, $\theta_0 = t_0 - t_e$;

— pentru abscisa $x = l$; $\left(\frac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}x}\right)_{x=l} \cong 0$. (6)

Ținînd cont de condițiile (6) și exprimînd funcțiile exponențiale sub formă hiperbolică, relația (5) capătă aspectul :

$$t = t_e + (t_0 - t_e)\frac{chm\,(l-x)}{chm}. \qquad (7)$$

în relația (7), prin l se înțelege lungimea conductei ce leagă bazinetul cu corpul releului, exprimată în m.

2. *Verificarea la închidere a ventilului*

La deplasarea ventilului contribuie atît cantitatea de ulei din traductor (bazinet), cît și cantitatea de ulei din conducta de legătură a acestuia cu corpul releului. Dilatarea cantității de ulei din corpul releului considerăm că nu participă la deplasarea ventilului.

Pentru a afla cu cît participă uleiul din conducta de legătură la deplasarea ventilului, lungimea l a acesteia s-a împărțit într-un număr de 12 intervale, aplicînd, pentru fiecare din ele, relația (7), în care t_0 s-a înlocuit cu $t_n = 70°C$ pentru funcționarea în regim normal și cu $t^* = 130 \pm 5°C$ pentru funcționare în regim periculos.

Pentru a verifica rezultatele obținute, prin aplicarea formulei (7) fiecăruia din cele 12 intervale ale conductei, s-a procedat și la măsurători pe un stand de laborator.

Rezultatele obținute au fost transpuse în diagramele din figura 4, pentru două stări de funcționare : normală și de avarie.

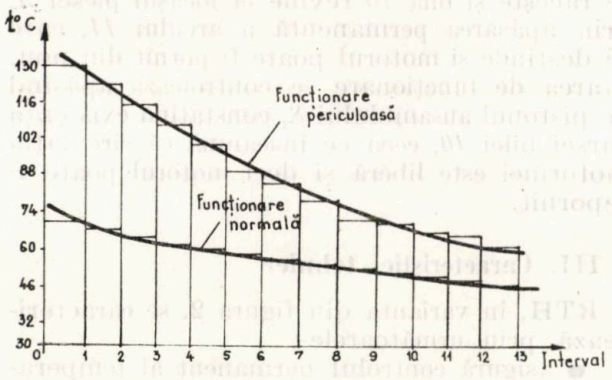


Fig. 4. Rezultatele obținute în stările de funcționare normală și de avarie

Pentru starea normală s-a considerat temperatura de echilibru de 70°C la toba cu baie de apă, iar pentru starea de avarie s-au ales temperaturi cuprinse între 125 și 150°C (limita maximă, conform normelor în vigoare, este de 150°C) pentru porțiunea conductei de evacuare, înainte de intrarea în toba cu apă.

Volumul necesar de ulei în releu, în concordanță cu temperatura de echilibru a sistemului de 70°C, s-a stabilit prin încercări.

S-a măsurat, de asemenea, timpul de acționare a releului, din momentul apariției stării de avarie pînă ce se închide complet alimentarea motorului. Media valorilor înregistrate s-a situat sub cea prescrisă în standardul CAER, de 100 s (media din cinci încercări).

Rezultatele obținute cu ajutorul relației (7), aplicată fiecăruia din cele 12 intervale, au fost

comparate cu valorile medii măsurate. S-au calculat abaterile cu relația :

$$t\% = \frac{t_{calc} - t_{măs}}{t_{calc}} \times 100, \quad (8)$$

în care,

prin t_{calc} și $t_{măs}$ s-au notat temperaturile calculată și respectiv măsurată pentru fiecare interval.

Abaterile calculate cu relația (8) au fost relativ mari ($\Delta t_{max} = 9{,}34\,\%$). Acest lucru poate fi explicat atît prin ipotezele simplificatoare considerate în cazul aplicării formulei (7), cît și prin erorile ce s-au putut comite la măsurarea temperaturii în punctul de mijloc al intervalului.

Volumul de ulei din bazinetul (1) (fig. 2), de formă cilindrică, cu diametrul exterior D_e, se calculează cu relația :

$$V_0 = \frac{\pi(D_e - 2a)^2}{4}(h - 2b), \text{ cm}^3, \quad (9)$$

în care a și b sînt grosimile pereților, respectiv capacelor. (Pentru RTH realizat, $V_0 = 19{,}625$ cm^3).

Volumul de ulei din conducta de legătură se calculează cu relația :

$$V = \frac{\pi(d - 2b')^2}{4} l, \text{ cm}^3, \quad (10)$$

în care :

d este diametrul ;

b' — grosimea peretelui ;

l — lungimea conductei. (Pentru RTH realizat, $V = 8{,}48$ cm^3).

Volumul de ulei din corpul releului este neglijabil față de volumele V_0 și V și, din această cauză, nu se ia în considerare în calculele de dilatare volumică.

Regimul convențional al releului a fost considerat la temperatura de 70°C pe traductor. Diferența de temperatură Δt este calculată deci între temperatura în cazul funcționării periculoase și temperatura funcționării în regim stabilizat, cu considerarea distribuției de temperatură de-a lungul conductei de legătură.

Volumul total de ulei, după încălzire, este dat de relația :

$$V_t' = V_0' + \sum_{i=1}^{12} V_j', \quad (11)$$

în care :

V_0' este volumul de ulei din bazinet, după încălzire, calculat cu relația :

$$V_0' = V_0(1 + \alpha_r \Delta t_0), \quad (12)$$

iar

V_j' este volumul dilatat al uleiului dintr-un interval al conductei, pentru variația temperaturii cu Δt_j, calculat cu relația :

$$V_j' = V_j(1 + \alpha_r \Delta t_j) ; \; j = 1,2,\ldots,12, \quad (13)$$

în care :

V_j = $V/12$;

α_r — coeficientul de dilatare relativ pentru sistemul fluid-incintă, calculat cu relația $\alpha_r = \alpha_{ulei} - \alpha_{incintă}$; Δt_j, $j = 0, 1, 2,\ldots,12$ — diferența de temperatură între funcționarea normală și funcționarea periculoasă ($\Delta t_j = t_j^* - t_n$).

Constructiv, sistemul de închidere a fost conceput astfel ca bila-ventil să se deplaseze pînă la închiderea completă, pe spațiul $s_0 = 12$ mm.

Cunoscînd diferența de volum ΔV, între starea periculoasă și cea normală (stabilizată), se poate face ușor o verificare a releului la închidere.

Cursa pistonașului, în contact cu uleiul activ din sistemul conductă-traductor, este dată de expresia :

$$s = \frac{4 \sum_{j=0}^{12} \Delta V_j}{\pi d_0^2}, \quad (14)$$

în care :

d_0 este diametrul pistonului, cm.

Pentru cazul de față, cursa pistonului rezultă :

$$s = 4 \cdot 2{,}661/\pi \cdot 1{,}6^2 = 1{,}323 \text{ cm},$$

pentru $d_0 = 1{,}6$ cm ; $\Sigma \Delta V_j = 2{,}661$ cm^3.

Se observă că deplasarea totală a bilei, rezultată din calcul, este mai mare decît spațiul de închidere ales constructiv ($s > s_0$), deci sistemul poate închide alimentarea motorului cu motorină într-un timp mediu cronometrat pe stand de circa 85 s.

3. *Caracteristica de transfer a releului*

Caracteristica de transfer a releului reprezintă dependența funcțională ce se stabilește între mărimea de ieșire și mărimea de intrare. Mărimea de intrare a traductorului o constituie temperatura t a gazelor de eșapament, iar mărimea de ieșire este dilatarea volumului total de ulei. Pentru RTH, expresia matematică a caracteristicii de transfer se poate scrie pentru traductor și pentru fiecare din cele 12 porțiuni, în care conducta de legătură a fost împărțită. Expresia generală poate fi considerată de forma :

$$\frac{V_j' - V_j}{V_j} = \frac{\Delta V_j}{V_j} = \alpha_r \Delta t_j ; \; j = 0, 1,\ldots,12, \quad (15)$$

adică :

$$\Delta V_j = V_j \alpha_r \Delta t_j. \qquad (16)$$

În figura 5 este arătată schema de principiu a dependenței dintre temperatură și creșterea de volum a uleiului activ din traductor și conducta de legătură.

În figura 6 este arătată reprezentarea grafică a caracteristicii de transfer, trasată prin puncte. Pe diagramă este marcat punctul

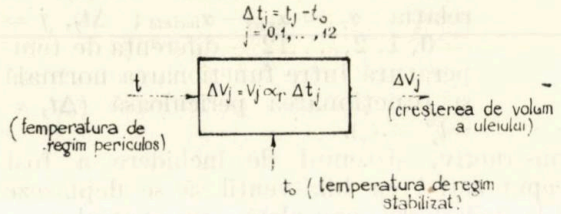


Fig. 5. Schema de principiu a dependenței dintre temperatură și creșterea de volum a uleiului activ din traductor și conducta de legătură

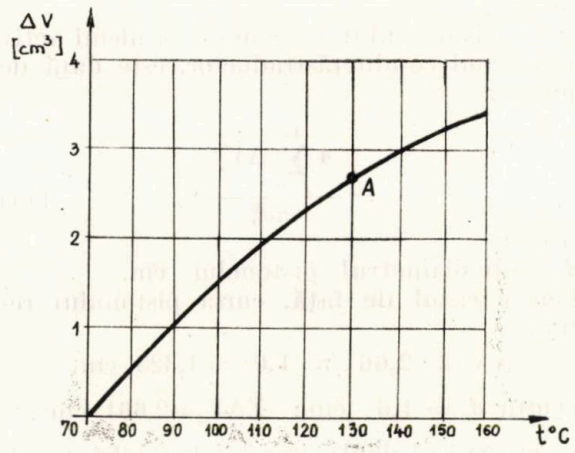


Fig. 6. Reprezentarea grafică a caracteristicii de transfer

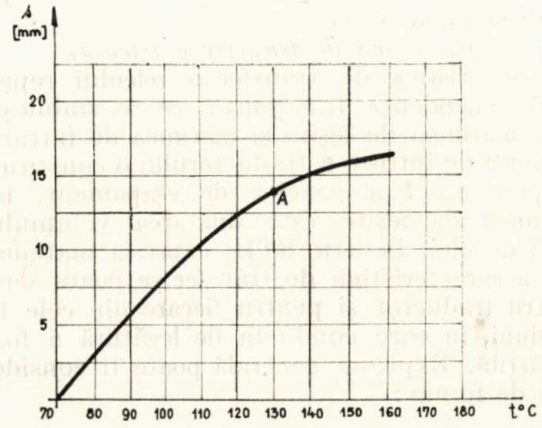


Fig. 7. Caracteristica de închidere a ventilului în funcție de temperatură

de funcționare A pentru RTH realizat. Se observă că diagrama $\Delta V = f(t°)$ este aproximativ liniară pentru plaja de temperaturi cuprinse între $70 \div 130 \pm 5°C$. Pentru temperaturi mai mari de 140°C, caracteristica de transfer, devine neliniară.

Cunoscînd caracteristica de transfer, se poate determina, pentru orice temperatură din intervalul considerat, dilatarea volumică.

Graficul din figura 7 reprezintă caracteristica de închidere a ventilului, în funcție de temperatură $s = f(t°)$. Închiderea ventilului a fost calculată cu relația (14) care se vede că este liniară în raport cu diferența de volum ΔV :

$$s = k\Delta V, \qquad (17)$$

în care $k = 4/\pi d^2$ este coeficientul de proporționalitate.

Concluzii

1. Prin dotarea locomotivelor diesel de mină cu RTH se mărește gradul de securitate al activităților din subteran, deoarece RTH realizează un control neîntrerupt al temperaturii gazelor de eșapament, întrerupînd alimentarea cu motorină a motorului, în cazul în care temperatura acestora atinge o valoare prestabilită ca periculoasă.

2. RTH nu deranjează funcționarea normală a motorului locomotivei, nu este poluant, nu este consumator de energie și nu complică construcția locomotivei.

3. RTH este robust, sigur în funcționare și se montează ușor pe locomotivă.

4. RTH se execută în serie la Atelierul de microproducție al Institutului de Mine din Petroșani, livrîndu-se reglat și sigilat, împreună cu un suport adecvat pentru prinderea pe locomotivă.

Bibliografie

[1] Vînătoru, I. *Măsuri de securitate la folosirea locomotivelor diesel în subteran.* Studiu C.C.S.M. Petroșani, 1968.

[2] Vînătoru, I. *Metode pentru încercarea antideflagrației.* Studiu C.C.S.M. Petroșani, 1975.

[3] Vlădea, I. *Tratat de termodinamică tehnică și transmiterea căldurii.* Ed. didactică și pedagogică, București, 1974.

[4] * * * *Protecția antigrizutoasă a locomotivelor diesel românești și toxicitatea gazelor arse.* Studiu I.C.P.A.T. Brașov, 1968.

[5] * * * *Efectuarea de probe cu motorul D103 racordat la instalația antigrizutoasă.* Studiu I.C.P.A.T. Brașov, 1967.

[6] Zamfir, V. *Releu de protecție automată la supraîncălzire pentru locomotive LDM-45A din exploatare.* Cooperare cu C.C.S.M. pentru realizarea și omologarea prototipului și fabricația de serie. Contract nr. 419/1978/1979, Institutul de Mine Petroșani.

[7] Pluequet, H. *Dieselmoteren für Grübenlokomotiven,* Glückauf, nr. 3, feb. 1972.

Metode şi standuri pentru încercarea şi verificarea aparatajului hidraulic de tip minier

Dr. ing. **Al. Seroban**
ing. **D. Jula**
ing. **M. Nan**
C.C.S.I.T.U.M. Satu Mare, Filiala Petroşani

Mecanizarea lucrărilor în abatajele cu front lung, ca principale furnizoare de cărbune, este orientată spre creşterea productivităţii muncii, creşterea gradului de securitate a personalului de deservire, reducerea efortului fizic, precum şi reducerea consumului de materiale.

Mecanizarea înseamnă introducerea pe scară largă a complexelor mecanizate de abataj în componenţa cărora intră, în principal, susţinerea mecanizată, transportorul cu raclete de mare capacitate şi combina de abataj.

Dintre aceste componente, susţinerea mecanizată este utilajul cel mai important, calitatea şi buna funcţionare a acesteia justificînd efortul material şi uman investit pentru introducerea mecanizării.

Se deosebesc mai multe tipuri constructiv-funcţionale de susţineri mecanizate de abataj, funcţie de condiţiile geologo-miniere în care acestea se utilizează, însă toate au o caracteristică comună şi anume acţionarea hidraulică, folosind ca agent de lucru un amestec de apă cu 3—5% ulei emulsionabil.

Acţionarea hidraulică a susţinerilor se realizează cu ajutorul elementelor de execuţie (stîlpi şi cilindri hidraulici): fluidul de lucru provenit de la agregatul hidraulic de înaltă presiune acţionează aceste elemente prin intermediul aparatajului de distribuţie, siguranţă, control şi reglaj.

Schemele hidraulice care cuprind conexiunile acestor elemente se clasifică în :

1 — scheme hidraulice la care presiunea în elementul de execuţie este reţinută pe distribuitor ;

2 — scheme hidraulice la care presiunea în elementele de execuţie este reţinută prin intermediul supapelor de sens deblocabile (lacăte hidraulice).

În figura 1 este prezentată schema de principiu pentru acţionarea a doi cilindri, presiunea pe ambele suprafeţe ale pistonului fiind reţinută pe modulul distribuitor. Între cilindri şi modulul distribuitor se intercalează o supapă de siguranţă pentru limitarea presiunii.

Figura 2 prezintă circuitul de comandă a doi stîlpi hidraulici în care reţinerea presiunii pe suprafaţa plină a pistonului se realizează pe supapa de sens deblocabilă dublă. Pe această supapă se montează indicatoare de presiune pentru vizualizarea nivelului de presiune din fiecare stîlp, precum şi supape de siguranţă pentru protejarea la suprasarcină a acestora.

Spre deosebire de alte genuri de acţionări hidraulice, acţionarea susţinerilor mecanizate de abataj se caracterizează prin utilizarea fluidului de lucru la presiuni ridicate (400—600 bar), cu tendinţe de creştere pînă la 1 000 bar, cu debite de 70—80 l/min.

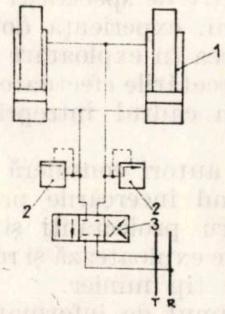


Fig. 1. Schemă hidraulică cu reţinerea presiunii pe distribuitor :
1 — cilindru hidraulic ; *2* — supape de siguranţă ; *3* — modul distribuitor cu reţinerea presiunii ; *T* — alimentare (tur) ; *R* — retur

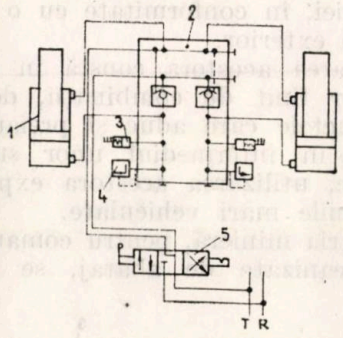


Fig. 2. Schema hidraulică cu reţinerea presiunii pe supapa de sens deblocabilă :
1 — stîlp hidraulic ; *2* — supapă dublă deblocabilă ; *3* — indicator ; *4* — supapă de siguranţă ; *5* — modul distribuitor fără reţinerea presiunii

De asemenea, în unele situaţii este necesară alimentarea elementelor de execuţie cu două niveluri de presiune.

Elementelor hidraulice de execuţie, precum şi celor de comandă şi siguranţă trebuie să li se asigure o etanşeitate perfectă pentru a putea realiza funcţiunea dorită şi securitatea personalului care deserveşte utilajul.

Avînd în vedere faptul că susţinerile mecanizate se utilizează pe scară largă la exploatarea cărbunelui, iar tendinţa de viitor este de a spori numărul acestora, apare ca evidentă

necesitatea ca întreprinderile constructoare să-şi mărească producţia, insistînd însă nu numai pe nivelul cantitativ al problemei, ci şi pe cel calitativ. Însă, pentru asigurarea calităţii produselor, acestea trebuie supuse unui complex de probe şi verificări pe standuri specializate, în vederea atestării parametrilor tehnico-funcţionali, a verificării calităţii execuţiei, a stabilităţii în timp a parametrilor.

Pornind de la această idee, lucrarea de faţă propune prezentarea metodologiei de verificare a aparatajului hidraulic minier, ca parte componentă a susţinerilor mecanizate, inclusiv a standurilor utilizate în acest scop.

Problematica are la bază rezultatele obţinute de un colectiv de specialişti pe o perioadă de mai mulţi ani, experienţa dobîndită rezultînd din urmărirea în exploatare a elementelor existente, din cercetările efectuate pe prototipurile executate în cadrul întreprinderilor constructoare.

Colectivul de autori consideră că unificarea limbajului privind încercările prezintă importanţă atît pentru proiectanţi şi constructori, cît şi pentru cei ce exploatează şi repară aparatajul hidraulic de tip minier.

Deoarece volumul de informaţii este foarte mare pentru a putea fi epuizat într-o singură prezentare, se vor face referiri concrete numai la distribuitoarele hidraulice ca elemente care dirijează la anumite momente şi pe anumite durate agentul hidraulic către diferite secţiuni ale instalaţiei, în conformitate cu o comandă primită din exterior.

Funcţionarea acestora constă în realizarea unui număr finit de combinaţii, de legături între conductele care aduc şi preiau agentul hidraulic p in intermediul unor supape cu scaun conic, utilizarea acestora explicîndu-se prin presiunile mari vehiculate.

În industria minieră, pentru comanda susţinerilor mecanizate de abataj, se utilizează

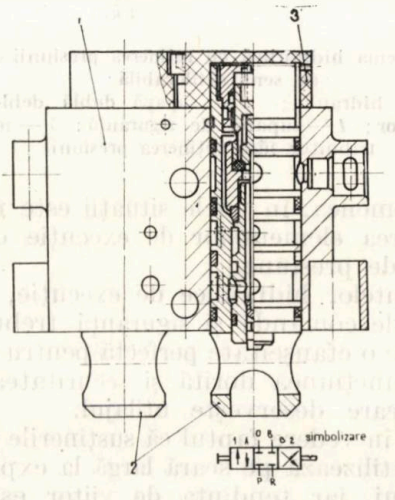


Fig. 3. Modul distribuitor 4/3 cu reţinerea presiunii: *1* — carcasă; *2* — patron; *3* — capac

baterii de distribuitoare formate din unul sau mai multe module montate fie pe o placă de bază, prin care se alimentează independent, fiecare modul, fie între două plăci, cu sau fără legături directe între module. Distribuitoarele sînt de tipul cu patru căi şi trei poziţii, cu comandă manuală, locală, reţinută.

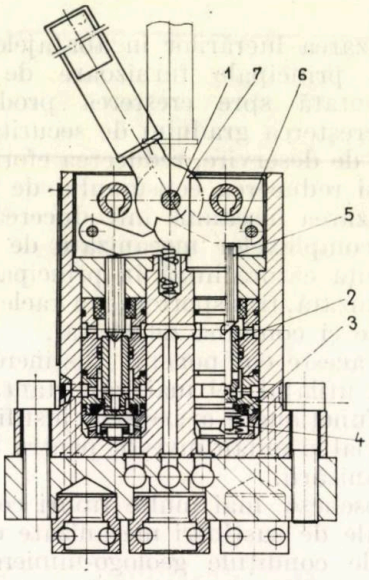


Fig. 4. Modul distribuitor tip MD 4/3: 1 — corp; *2* — tija supapă; *3* — scaun supapă; *4* — arc; *5* — tijă; *6* — clichet; *7* — manetă

Metodologia de încercare se referă la aceste tipuri de distribuitoare, deşi sînt preocupări şi rezultate şi în direcţia realizării aparatajului hidraulic cu comandă de la distanţă prin impuls electric sau hidraulic, preocupări care vor face obiectul unor dezbateri viitoare. Acest tip de aparataj are marele avantaj de a elimina subiectivismul omului în manevrarea utilajelor din componenţa complexelor mecanizate.

Se deosebesc două tipuri constructiv-funcţionale de distribuitoare, utilizate la comanda elementelor de execuţie:

— distribuitoare cu reţinerea presiunii (fig.3);
— distribuitoare fără reţinerea presiunii (fig. 4).

Distribuitoarele din prima categorie prezintă avantajul că simplifică schema hidraulică de acţionare, dar au dezavantajul că furtunurile care fac legătura între distribuitor şi elementul de execuţie sînt menţinute în permanenţă sub presiune. Distribuitoarele din categoria a doua elimină acest dezavantaj, dar impun includerea în circuit a unor elemente în plus.

Metodologia de verificare a celor două tipuri de distribuitoare este aceeaşi şi include:

- verificări de tip;
- verificări de lot;
- verificări de recepţie.

Tabelul 1

Nr. crt	Tipul probei sau verificării	
1	Verificări generale	calitatea materialelor
		aspectul
		verificarea dimensională
		masa
2	Verificări funcţionale	etanşeitatea
		forţa de comandă
		debitul de trecere
		căderea de presiune
3	Verificări de anduranţă	

Ca program complet, asupra produsului se efectuează probele şi verificările cuprinse în tabelul 1.

O parte din verificările cuprinse în tabel nu prezintă nici o dificultate în realizarea lor, ceea ce însă nu diminuează importanţa lor, motiv pentru care în lucrare sînt reţinute numai problemele speciale , a căror realizare necesită circuite hidraulice şi standuri specializate.

Din categoria verificărilor funcţionale, etanşeitatea are ca scop determinarea calităţii execuţiei produsului.

Verificarea etanşeităţii exterioare constă în umplerea tuturor cavităţilor distribuitorului cu lichid la presiunea de încercare $p_i = (1{,}2 - 1{,}5)\ p_n$, urmărindu-se pierderile de lichid. Prin verificarea etanşeităţii interioare, se urmăreşte continuitatea căilor de acces a lichidului de la sursa de presiune la consumator şi deci realizarea schemei de funcţionare, evidenţiind existenţa pierderilor de debit prin neetanşeităţi. Verificarea se realizează cu ajutorul schemei prezentate în figura 5.

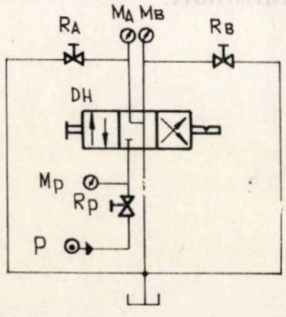


Fig. 5. Schemă hidraulică pentru verificarea etanşeităţii interioare :
DH— distribuitor hidraulic ; *MA* ; *MB* ; *Mp*— manometre ; *RA* ; *RB* ; *Rp* — robinete ; *P* — sursă de presiune

Verificarea debitului de trecere are ca scop determinarea cantităţii maxime de lichid care poate fi vehiculată prin distribuitor. Importanţa acestui parametru rezultă din necesitatea obţinerii diferitelor viteze de lucru pentru elementele de execuţie cerute de condiţiile concrete de exploatare. Aparatura necesară, precum şi schema de legături sînt prezentate în figura 6.

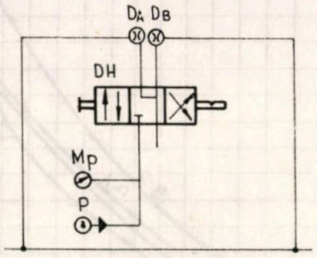


Fig. 6. Schema hidraulică pentru determinarea debitului de trecere :
DH — distribuitor ; *P*— sursă de presiune ; *DA* ; *DB*—debitmetre : *Mp* — manometru

Căderea de presiune pe căile de distribuţie, în funcţie de debitul vehiculat $p = f(Q)$, este denumită caracteristică hidraulică a distribuitorului cu indicaţii asupra caracterului stabil sau instabil al sistemului.

Trasarea diagramei $p = f(Q)$ se realizează prin vehicularea prin distribuitor a diferitelor debite şi măsurarea diferenţei de presiune dintre intrare şi ieşire .

Măsurătorile se realizează după schema de legătură prezentată în figura 7.

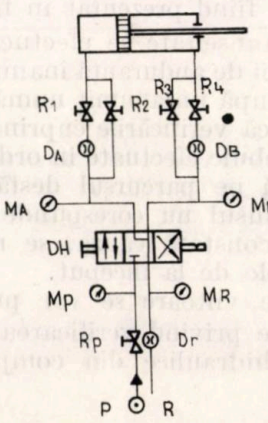


Fig. 7. Schemă hidraulică pentru determinarea căderii de presiune, funcţie de debit $p = f(Q)$;
DH—distribuitor ; *P*—sursă de presiune ; *MA* ; *MB* ; *Mp* ; *MR*—manometre ; *DA* ; *DB* ; *DR*—debitmetre ; R_1 ; R_2 ; R_3 ; R_4 ; R_p— robinete

Pentru exemplificare, în figura 8 se prezintă curbele etalon care reprezintă căderile de presiune în funcţie de debit pentru cele patru căi ale distribuitorului hidraulic, fără reţinerea presiunii. Pe diagramă, *P* reprezintă sursa de presiune, *R* — returul, *A* şi *B* — cei doi consumatori.

Verificarea de anduranță are la bază durata de exploatare în bune condiții a produsului și are drept scop determinarea stabilității în timp a parametrilor funcționali.

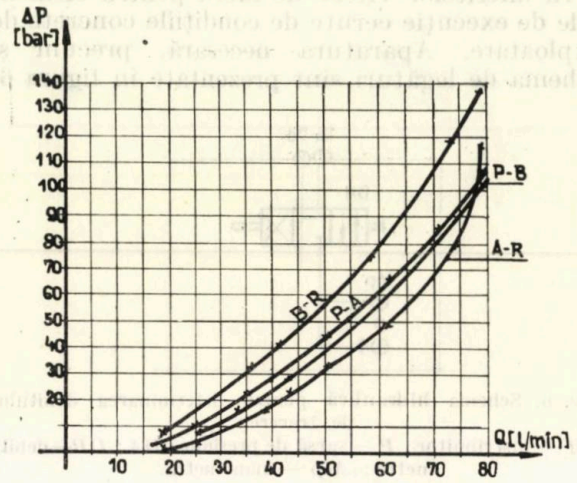


Fig. 8. Diagrama căderii de presiune în funcție de debit

Verificarea constă în efectuarea unui număr de 10 000 cicluri de funcționare, în condițiile alimentării distribuitorului cu presiune nominală. Probele se efectuează pe un stand specializat, al cărui principiu de funcționare este prezentat în figura 9. Comutarea manetei distribuitorului se realizează automat, cu ajutorul cilindrului pneumatic, prin ventilele electropneumatice comandate de la generatorul de impulsuri. Prin intermediul generatorului de impulsuri se pot obține cicluri de lucru, un astfel de ciclu fiind prezentat în figura 10.

Proba de etanșeitate se efectuează pe parcursul încercării de anduranță înainte de începerea probei și după un anumit număr de cicluri.

Menționăm că verificările cuprinse în tabelul încercărilor trebuie efectuate în ordinea prezentată, iar, dacă pe parcursul desfășurării programului produsul nu corespunde la una din verificări, se constată cauza, se remediază și se reiau probele de la început.

În articolele viitoare se vor prezenta probleme specifice privind verificarea altor tipuri de elemente hidraulice din componența sus-

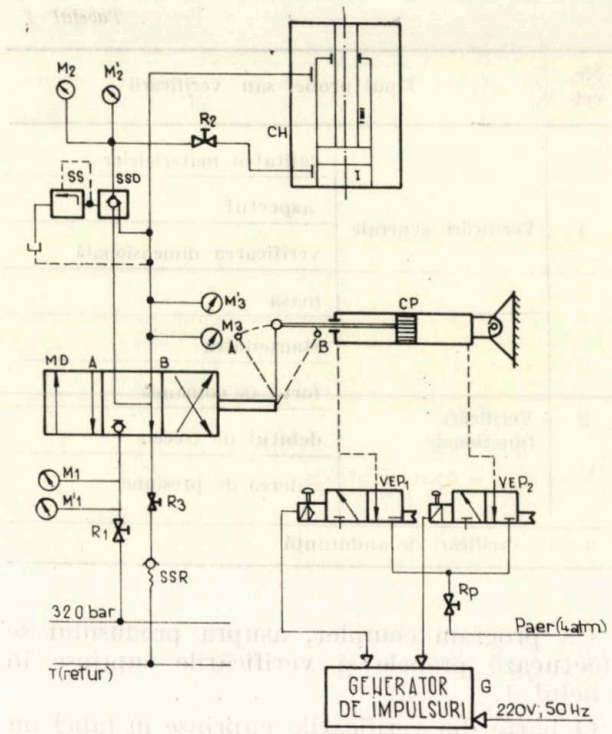


Fig. 9. Schemă hidraulică de principiu a standului pentru verificarea distribuitorului:
MD — modul distribuitor; *SSD* — supapă de sens deblocabilă; *SS* — supapă de siguranță M_1; M_1'; M_2; M_2'; M_3; M_3' — manometre de presiune hidraulică: R_1; R_2; R_3 — robinet hidraulic cu bilă DN 8/10; R_p — robinet pneumatic; *CH* — cilindru hidraulic; *CP* — cilindru pneumatic; VEP_1; VEP_2 — ventil electropneumatic; *G* — generator de impulsuri; *SSR* — supapă de sens reduct.

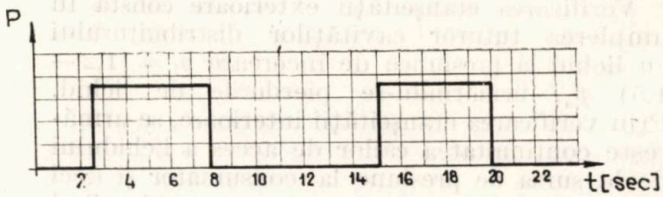


Fig. 10. Ciclu de lucru pentru verificarea în anduranță

ținerilor mecanizate: supape de siguranță, supape de sens simplu și dublu deblocabile, armături și furtunuri.

Verificarea verticalității puțurilor de mină cu ajutorul unei instalații cu laser He—Ne

Prof. dr. ing. **N. Dima**, conf. dr. **V. Iușan**, lect. **V. Muntean**,
asist. **L. Homorodean**, șef lucr. ing. **L. Lisca**
Institutul de Mine Petroșani
ing. **G. Bălan**
Întreprinderea minieră Cîmpulung

I. Introducere

Puțurile de mină verticale reprezintă unele din cele mai importante căi de legătură a subteranului cu suprafața, prin ele efectuîndu-se aerajul subteran, transportul personalului, materialelor și substanțelor minerale utile. De aceea sînt necesare dirijarea săpării și echipării acestora, precum și determinarea verticalității elementelor de susținere și ghidare în timpul exploatării.

În legătură cu verificarea verticalității puțurilor de mină, metoda clasică cunoscută constă în folosirea firelor cu plumb lestate în puț.

Folosirea firelor cu plumb permite realizarea unei precizii de determinare a verticalității în limitele $\pm 0{,}005$ m și de poziționare a elementelor de susținere și ghidare pînă la $\pm 0{,}010$ m. Cu toate acestea, metoda prezintă o serie de dezavantaje : poziția firului cu plumb este influențată de curenții de aer, picăturile de apă, deformațiile remanente ale firului, atracția neuniformă a maselor etc. ; efectuarea măsurătorilor impune uneori întreruperea lucrărilor de săpare, echipare sau exploatare care se execută în puț ; durata măsurătorilor este mare (unul sau mai multe schimburi).

Pentru înlăturarea unor dezavantaje ale metodei clasice, au fost concepute metode și instalații cu laser, bazate pe directivitatea foarte pronunțată a radiației laser [1 ; 2] : firul cu plumb optic laser [3], firul cu plumb electric laser [4 ; 5], echipamentul cu laser He-Ne tip LGA-3 [6 ; 7] etc.

Pentru verificarea verticalității puțurilor de mină cu o precizie ridicată, s-a construit o instalație cu laser He-Ne originală, care a fost testată la puțul I. 200 Valea Îndărăt din cadrul Întreprinderii miniere Cîmpulung-Muscel.

II. Descrierea instalației

Instalația cu laser He-Ne de verificare a verticalității puțurilor de mină (fig. 1) se compune dintr-un sistem interferometric, un detector de centrare și un sistem de reglare.

Sistemul interferometric (fig. 2) este, în esență, un interferometru Michelson și cuprinde : laserul He-Ne *1*, fanta reglabilă *2*, divizorul de fascicul *3*, oglinda *4*, cuva cu mercur *5* și luneta *6*. Elementele *1—4* și *6* sînt fixate pe o planșetă.

Laserul He-Ne este de tip coaxial. Pentru reducerea divergenței fasciculului, tubul este prevăzut cu o lunetă colimatoare care reduce

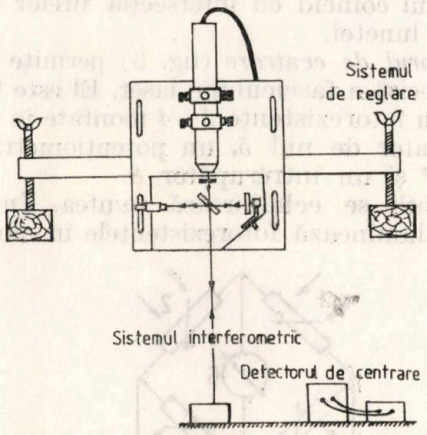


Fig. 1

valoarea obișnuită a divergenței de 10^{-3} rad pînă la valoarea de $2 \cdot 10^{-5}$ rad.

Caracteristicile laserului sînt :

puterea emisă . . . . . .2 m W ;
lungimea de undă . . . . . .6.328 Å ;
diametrul fasciculului . . . . . .10^{-2} m ;
modulul . . . . . TEM_{00}
luneta colimatoare . . . . . $\Gamma = 20$ x.

Cu ajutorul unor șuruburi de reglare, fasciculul laser poate fi centrat pe fanta reglabilă.

Fanta reglabilă, cu deschidere circulară, permite modificarea diametrului fasciculului laser.

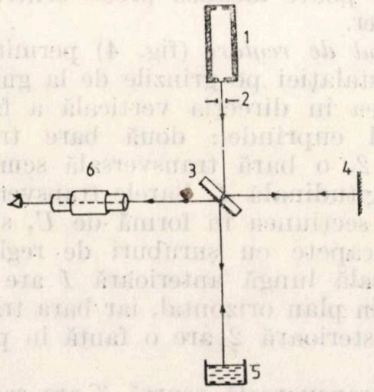


Fig. 2

Divizorul de fascicul este o lamă de sticlă cu fețe plan-paralele, semiargintată pe fața posterioară. Fasciculul incident, după refracția prin lamă și reflexia pe fața posterioară a lamei, se separă în două fascicule, din care unul cade pe oglinda *4*, după ce a traversat din nou lama, iar celălalt — pe cuva cu mercur *5*. Primul fascicul se reflectă pe oglinda *4*, traversează lama *3* și pătrunde în luneta *6*. Al doilea fascicul se reflectă pe suprafața mercurului din cuva *5* și pe fața posterioară a lamei *3* și pătrunde, de asemenea, în luneta *6*.

Pentru determinarea direcției verticale, se reglează mai întîi oglinda *4*, strict perpendicular pe axa lunetei, apoi planșeta, pînă cînd fasciculele reflectate de oglindă și de suprafața mercurului coincid cu intersecția firelor reticulare ale lunetei.

Detectorul de centrare (fig. 3) permite localizarea precisă a fasciculului laser. El este format din patru fotorezistențe *1—4* montate în punte, un indicator de nul *5*, un potențiometru *6*, o baterie *7* și un întrerupător *8*.

Mai întîi se echilibrează puntea. În acest scop se iluminează fotorezistențele în mod uniform și se deplasează cursorul potențiometrului pînă cînd indicatorul de nul este pe poziția de zero. Apoi se așază detectorul de centrare în calea fasciculului laser și se deplasează pînă cînd indicatorul de nul arată zero. În felul acesta se poate localiza precis centrul fasciculului laser.

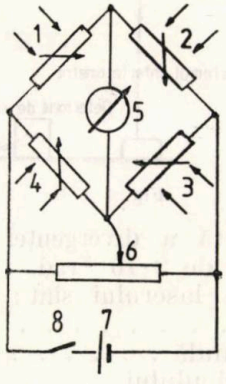


Fig. 3

Sistemul de reglare (fig. 4) permite poziționarea instalației pe grinzile de la gura puțului și reglarea în direcția verticală a fasciculului laser. El cuprinde: două bare transversale lungi *1*, *2*, o bară transversală scurtă *3* și o bară longitudinală *4*. Barele transversale lungi *1*, *2*, cu secțiunea în formă de *U*, sînt prevăzute la capete cu șuruburi de reglare. Bara transversală lungă anterioară *1* are la mijloc o gaură în plan orizontal, iar bara transversală lungă posterioară *2* are o fantă în plan vertical.

Bara transversală scurtă *3* are secțiunea în formă de *U*, dar mai mare decît barele transversale lungi și lungimea mai mică decît acestea. În plan orizontal are practicată o fantă. Ea este așezată peste bara *1* și este fixată peste

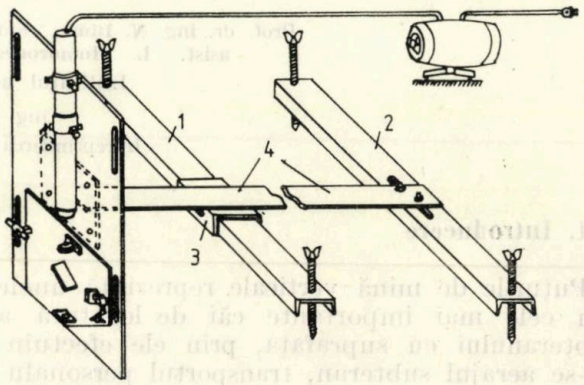


Fig. 4

aceasta cu un șurub. Bara *3* se poate deplasa de-a lungul barei *1* și se poate roti în plan vertical.

Bara longitudinală *4*, în formă de *T*, este fixată la capătul anterior de planșetă, cu ajutorul a patru șuruburi, la capătul posterior de bara *2*, cu ajutorul a două șuruburi care permit deplasarea transversală a ei, și la mijloc este sudată de bara *3*.

Construcția sistemului de reglare dă posibilitatea deplasării transversale a sistemului interferometric și reglării verticale ușoare a fasciculului laser. Deplasarea longitudinală se efectuează prin mișcarea întregii instalații de-a lungul grinzilor.

III. Efectuarea măsurătorilor

Instalația laser s-a montat deasupra compartimentului doi de lucru al puțului. Inițial s-a efectuat o reglare aproximativă, așezînd cuva cu mercur la o distanță de 2 m sub instalație.

Reglarea definitivă s-a realizat cu cuva de mercur așezată la nivelul — 18 m față de nivelul instalației.

S-au măsurat la nivelele : 0 m, —18 m, — —100 m, —196 m, —300 m, —336 m (frontul de lucru) și din nou la nivelul —18 m distanțele de la centrul fasciculului laser pînă la : moazele principale *a*, *b*, moaza secundară de jos *c* și centrul puțului *m* (fig. 5).

S-au calculat diferențele dintre valorile acestor distanțe la diferite nivele și nivelul 0 m : Δa, Δb, Δc și Δm, valori redate în tabelul 1.

Din tabel rezultă că între nivelele —100 m și —196 m apare un salt al lui Δa de la +40mm la —5 mm și al lui Δb de la +15 mm la + +65 mm, ceea ce indică o abatere de la verticală a puțului între aceste nivele. Acest lucru se datorește presiunilor foarte mari exercitate asupra moazelor și armăturilor metalice din

zona respectivă de către formaţiunile acvifere formate din borchişuri şi nisipuri grosiere cantonate cu preponderenţă între nivelele —230 m şi —330 m.

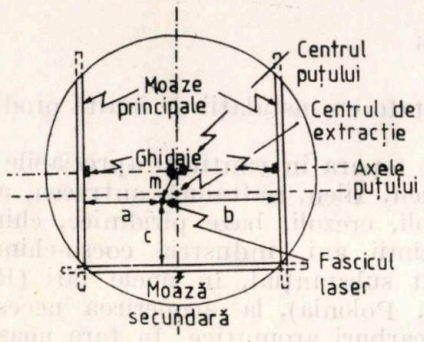


Fig. 5

— nu au existat particule de praf, deoarece frontul a fost aerisit înaintea începerii măsurătorilor.

Concluzii

Metoda laser permite verificarea verticalităţii puţurilor de mină atît în săpare, cît şi în exploatare. Ea dă rezultate satisfăcătoare, care se pot îmbunătăţi prin perfecţionarea dispozitivului, suprapunîndu-se peste rezultatele obţinute prin metoda clasică cu firul de plumb.

Metoda se poate aplica pe distanţe mari.

Timpul de măsurare este de 1—2 ore, faţă de 1—2 schimburi în metoda clasică.

Instalaţia se poate automatiza.

Tabelul 1

Rezultatele măsurătorilor de verticalitate a puţului

Nr. crt.	Nivelul, m	*a*, mm	*b*, mm	*c*, mm	*m*, mm	Δa, mm	Δb, mm	Δc, mm	Δm, mm
1	0	1 605	2 235	1 165	460	—	—	—	—
2	—18	1 667	2 253	1 150	440	+62	+18	—15	—20
3	—100	1 645	2 250	1 150	440	+40	+15	—15	—20
4	—196	1 600	2 300	1 150	470	— 5	+65	—15	+10
5	—300	1 600	2 290	1 160	455	— 5	+55	— 5	— 5
6	—336	1 610	2 300	1 160	445	0	+65	— 5	—15
7	—18	1 665	2 251	1 150	440	+60	+16	—15	—20

Secţiunea fasciculului laser se modifică pe măsură ce pătrundem în adîncime, transformîndu-se dintr-un cerc cu diametrul de 10 mm la nivelul 0 m într-o elipsă cu axa mare de 44 mm şi axa mică de 35 mm la nivelul —336 m. Drept poziţie a fasciculului laser s-a considerat, la fiecare nivel, poziţia centroidului de energie determinată cu ajutorul detectorului de centrare.

Condiţiile atmosferice în care s-au efectuat măsurătorile au fost dintre cele mai favorabile :

— nu au existat curenţi de aer, aerajul fiind oprit ;

— temperatura în interiorul puţului a variat între +2°C şi —11°C (s-a folosit metoda de săpare prin îngheţarea rocilor înconjurătoare) ;

Bibliografie

[1] Ready, J. F. *Industrial Applications of Lasers*. Academic Press, New York — San Francisco — London, 1978.

[2] Chrzanowski, A., Ahmed, F., Kurz, B. Appl. Opt., **11**, 2, 319, 1972.

[3] Chrzanowski, A., Masry, S. Canadian Patent, 811.923, 6 May 1969.

[4] Ahmed, F. *New laser instrument and new methods for mine orientations surveys*. Ph. D. Thesis, University of New Brunswick, 1970.

[5] Ahmed, F. *Laser electric plummet*. Unpublished technical report, University of New Brunswick, 1970.

[6] Vasiliu, V., Ristici, M. St. cerc. fiz., **36**, 2, 187, 1984.

[7] Cozma, T. *Metodă de măsurare a verticalităţii puţurilor cu ajutorul unui dispozitiv cu laser He—Ne*. Topografie minieră, Vol. III, Oficiul de informare documentară pentru industria minieră, Bucureşti, 1982.

Stadiul actual al chimizării cărbunilor

Conf. dr. **A. Gontean**
şef lucr. ing. **V. Vâlcea**
asist. **Cl. Ionescu**
Institutul de Mine Petroşani

Criza mondială de energie este generată de faptul că hidrocarburile au devenit cea mai scumpă materie primă energetică. Omenirea deţine resurse de energie evaluate la 93 000 mlrd tone de ţiţei echivalent, la care se adaugă rezervele mondiale de uraniu şi toriu, precum şi miliardele de barili de ţiţei echivalent ce provin din energia solară. Rezervele actuale de combustibili fosili accesibili acoperă astăzi necesarul mondial de resurse energetice la nivelul consumului actual pe o perioadă estimată la 100 ani.

Folosindu-se resurse energetice accesibile cu costurile cele mai mici de extracţie, a rezultat o neconcordanţă între rezerve şi consum. Deşi cărbunii reprezintă 72,8 % din resursele accesibile de combustibili fosili, consumul lor este de numai 30 %, comparativ cu 50 % cît reprezintă consumul de ţiţei. Este deci necesar să se reorienteze industria energetică pe cărbuni, deşi aceasta necesită investiţii foarte mari în raport cu cele ce erau folosite pentru obţinerea energiei din hidrocarburi. În întreaga lume se lucrează în acest domeniu, rezolvîndu-se probleme legate de :

a – purificarea cărbunilor prin micşorarea conţinutului de sulf şi cenuşă (Australia, S.U.A.) în vederea folosirii ca atare sau a hidrogenării în continuare pentru obţinere de combustibili lichizi ;

b – gazeificarea cărbunilor, fie folosind energia solară pentru încălzirea amestecului de cărbune şi vapori de apă (S.U.A.), fie prin găsirea unor tehnici noi care asigură randamente mai bune (R.F.G., Olanda, S.U.A., U.R.S.S.).

Pentru că la nivelul cunoştinţelor tehnologice actuale costul energiei obţinute prin gazeificarea sau lichefierea cărbunilor, în scopuri energetice, este mai ridicat în comparaţie cu arderea directă a cărbunilor, prelucrarea acestora se va limita numai pentru obţinerea produselor chimice care vor înlocui pe cele petrochimice. Gudroanele de cocserie sînt surse preţioase de materii prime pentru întreprinderile producătoare de medicamente, insectofungicide, pesticide, obţinîndu-se printr-o chimizare avansată creşterea însemnată a valorii materiilor prime supuse prelucrării. În lume se produc anual circa 15 milioane tone de gudroane. În S.U.A., U.R.S.S., Japonia, Franţa, Polonia, prelucrarea gudroanelor în vederea separării şi valorificării produşilor chimici se realizează în uzine dotate cu instalaţii de înaltă productivitate.

Se pot separa în cantităţi apreciabile : benzen, toluen, xilen, naftalină, antracen, acenaften, fenoli, crezoli, baze piridinice, chinoline.

În ultimii ani, industria cocso-chimică a contribuit substanţial, în unele ţări (R.F.G., U.R.S.S., Polonia), la acoperirea necesarului de hidrocarburi aromatice. În ţara noastră se obţin în uzinele cocso-chimice circa 200 000 tone gudroane, producţie ce va atinge în anul 1985 500 000 tone. Pînă în prezent s-a separat naftalina şi antracenul, prevăzîndu-se pentru viitor valorificarea complexă.

Cu ajutorul spectrelor de raze X rezultă că structura cărbunilor este formată din inele aromatice policondensate, iar spectrele infraroşii arată că inelele aromatice sînt separate prin inele hidroaromatice. Deci, masele moleculare ale cărbunilor sînt foarte mari în comparaţie cu produsele obţinute prin prelucrarea lor.

Prin lichefierea cărbunelui se urmăreşte transformarea lui în hidrocarburi asemănătoare celor din ţiţei, transformare care presupune următoarele operaţii.

1. Mărirea conţinutului de hidrogen de la circa 5 %, cît conţine cărbunele sub formă de combinaţii organice, pînă la circa 15–16 % hidrogen conţinut în produsele finite ca ulei, motorină, petrol lampant, benzină. Conţinutul de hidrogen în produsele gazoase de hidrogenare este mult mai ridicat decît cel din produsele lichide ; de aceea, pentru a economisi hidrogenul trebuie evitată formarea produselor gazoase secundare.

2. Reducerea masei moleculare de la peste 5 000 pînă la 100–250.

3. Înlăturarea substanţelor anorganice, amestecate în masa solidă a cărbunelui, din compuşii organici.

Pentru a ajunge la aceste rezultate, trebuie să se schimbe structura chimică a cărbunelui şi a compuşilor organici, transformîndu-se într-un lichid „ţiţei sintetic". Această lichefiere chimică se realizează practic după două procedee :

- hidrogenarea directă a cărbunelui ;
- transformarea cărbunelui în gaz de apă şi lichefierea gazului la presiuni mai mici, în prezenţa unor catalizatori (procedeul Fischer – Tropsch).

Hidrogenarea directă a cărbunilor fosili

Se poate supune hidrogenării orice material compus din C şi H_2, cu condiţia ca raportul

dintre conținutul de hidrogen combinat organic și de carbon să fie cel puțin 6,5. În cele mai multe cazuri, se hidrogenează huilă, cărbune brun sau lignit, cu un conținut normal de gudron, întrucît cărbunele eliberat de gudron nu se poate hidrogena nici chiar la 1 000 atmosfere. Din cercetările făcute, s-a constatat că prezența compușilor organici în masa cărbunelui este absolut necesară pentru reacția de hidrogenare. Printre compușii care favorizează reacția sînt parafinele superioare, fenolii superiori și rășinile.

Procesul chimic. Reacțiile de bază ale hidrogenării cărbunelui sînt descompunerile compușilor organici alifatici și aromatici cu tendințe de rupere a catenelor liniare și cu deciclizarea structurilor aromatice și a carbenelor. Hidrogenul rupe catenele, astfel încît parafinele superioare se scindează și dau naștere la alte parafine cu catena mai scurtă și la olefine care se hidrogenează în parafinele respective. Cicloparafinele sînt mai rezistente, dar are loc o rupere progresivă a ciclurilor, o parte din ele se desfac, iar altele se restructurează în cicluri pentametilenice mai stabile. Aromatele policiclice se hidrogenează prin saturarea treptată a ciclurilor, urmată de desfacerea lor. Toate structurile hidrocarburilor evoluează, prin micșorarea moleculei și îmbunătățirea în hidrogen, către parafine, produsul final fiind constituit din hidrocarburi cu masă moleculară mică.

O astfel de hidrogenare, care urmărește micșorarea masei moleculare, este o hidrogenare distructivă a combustibilului solid, prin adiție de H_2 care acoperă diferența dintre conținutul de hidrogen al combustibilului solid și al produsului finit, evitîndu-se polimerizarea pe catalizator a produșilor nesaturați rezultați prin cracare.

Această lichefiere chimică se realizează practic în două stadii :

— stadiul I — operația de transformare a cărbunelui în ulei mediu, reacțiile producîndu-se în faza lichidă ;

— stadiul II — operația de hidrogenare destructivă a uleiului mediu în benzină și gaze prin reacții care se produc în faza de vapori.

Cărbunele supus hidrogenării în faza lichidă trebuie să îndeplinească anumite condiții : conținutul de apă sub 5% și conținutul de cenușă mai mic de 10 %.

Cărbunele poate fi hidrogenat direct, dar s-a dovedit a fi mai eficientă hidrogenarea prin amestec de ulei + cărbune, în proporție de 1 :1 ; 1 :3. În acest scop cărbunele se usucă (în caz contrar tensiunea de vapori a apei ar micșora presiunea parțială a H_2) pînă la 2—5% umiditate, se macină ca să treacă prin sita de 200 ochiuri/cm^2, se amestecă cu ulei greu, obținut dintr-o hidrogenare anterioară (sau din gudroanele de semicarbonizare), se încălzește la circa 100°C cînd se obține un lichid semivîscos.

Rolul uleiului este atît de suport mecanic, cît și de solvent pentru produsele de depolimerizare. Lichidul semivîscos este supus hidrogenării într-un reactor, în prezența unor catalizatori ca oxalat stanos sau I_2. Temperatura este de 400—480°C, iar presiunea 50—100 atmosfere H_2. Produsul rezultat conține 88—96% ulei, gaze, apă și catalizator.

Uleiul obținut se separă de substanțele anorganice și catalizator prin filtrare și se supune distilării, rezultînd un ulei mediu, ulei greu și benzină. Fracția ce distilă între 250—350°C, este trecută la hidrogenare în fază gazoasă (stadiul II), iar uleiul greu este readus în circuit în stadiul I. În cel de-al doilea stadiu, uleiul mediu este injectat într-un reactor în fază de vapori și supus hidrogenării la presiune, în prezența catalizatorilor (10—30% sulfură de wolfram sau molibden și 70—90% oxid de aluminiu), cărbune activ sau sulfură de fier, temperatura fiind de 400°C. Uleiul brut obținut se supune distilării, de unde rezultă pînă la 200°C benzină, ca produs final, de la 250°—325°C ulei mediu, care se recirculă, iar peste 325°C ulei greu. Benzina rezultată este supusă rafinării. Această operație se face prin tratarea succesivă cu H_2SO_4 10% și NaOH 10%. În faza lichidă, catalizatorii se folosesc sub formă de suspensie, răspîndiți în toată masa materialului, iar, în faza gazoasă, catalizatorul este dispus în strat fix în spațiul de reacție sub forma unor bucăți cilindrice de la 5 la 1,5 mm. Produsele obținute în faza a II-a sînt hidrocarburi pure, spre deosebire de cele din prima fază, care conțin o parte din impuritățile materiei prime.

Temperatura are un efect important, întrucît solubilitatea hidrogenului în hidrocarburi crește proporțional cu creșterea temperaturii, dacă presiunea rămîne aceeași.

Efectul temperaturii asupra hidrogenării unei huile (timp de contact 2 ore, catalizatorul 0,5% SnS + 0,5% MoO_3) este redat în tabelul 1.

Tabelul 1

Efectul temperaturii asupra hidrogenării unei huile

Temperatura, °C	Insolubile în benzen	Solubile în benzen	Hidrocarburi gazoase	Hidrogen absorbit
420	16,3	57	10,4	5,8
433	11,3	67	20,7	6,1
447	7,2	71	35,2	7,7
459	6,3	73	39,8	7,8

La temperaturi de 300—370°C are loc difuzia H_2 dizolvat prin pelicula de lichid de pe suprafața cărbunelui și catalizatorului ; la peste 370°C are loc reacția dintre produsul H_2 (o

hidrocarbură hidroaromatică), O_2 și grupările nesaturate ce se află în compușii cărbunelui. În prezent se folosesc catalizatori cu metale aparținînd grupei a VI-a a sistemului periodic și în special cu molibden și wolfram, sub formă de sulfuri. Pentru a obține o benzină cu cifra octanică mai mare se folosesc catalizatorii pe suport de alumină 70—90%, pămînt decolorant, FeS sau MnS și 10—30% agenți activi (sulfură de molibden, respectiv de wolfram). Avînd în vedere că pînă la sfîrșitul secolului se vor epuiza aproximativ jumătate din rezervele de petrol, un sfert din rezervele de gaze naturale și sub 2% din rezervele de cărbune, rezultă limpede necesitatea de a studia posibilitatea obținerii de combustibili lichizi din cei solizi.

Bibliografie

[1] * * * *Liquid fuels from coal.* Academic Press, San Francisco
[2] * * * *Manualul inginerului chimist.* Vol. V, Ed. tehnică, București, 1957
[3] * * * *Surse noi de energie.* Vol. I, București, 1980
[4] Corobea, M., Muscă, G. *Economia hidrocarburilor.* Ed. științifică și enciclopedică, București, 1980.
[5] Glückauf nr. 8, 1979, p. 115; nr. 7, 1976, p. 336; nr. 14, 1979, p. 713
[6] Wiley, J. *Chemistry of coal utilization.* Vol. II, 1945

Posibilități de utilizare a zunyitului în vederea înnobilării caolinurilor indigene

Ing. geol. **M. Setel**, I.P.G.G.
ing. chim. **Al. Füleki**, I.M. Harghita

Introducere

Dintre lucrările de cercetare propuse în vederea investigării perimetrului de la obîrșia văii Vîrghiș din Munții Harghita pentru sulfuri polimetalice, auro-argentifere, metale rare și disperse și roci utile, pînă în prezent a fost executată galeria III Vîrghiș, lucrare situată în versantul stîng al pîrîului Minei.

În această galerie am avut satisfacția să identificăm, pentru prima dată în țară, un mineral nou, necunoscut în România și nici pe continentul nostru, zunyitul care este un alumo-silicat halogenat.

Localizarea și caracterizarea geologică a perimetrului

Perimetrul sus-amintit este situat în aria intracraterială a marelui edificiu vulcanic de la obîrșia văii Vîrghiș, iar termenii petrografici întîlniți aparțin celei de-a doua etape de desfășurare a activității vulcanice neogene și sînt reprezentați preponderent prin andezite amfibolo-piroxenice, andezite cu piroxeni, amfiboli, cuarț și biotit, iar, ca facies de intruziune, microdiorite.

Vulcanitele menționate sînt afectate de transformări hidrotermale intense, ca: argilizări, silicifieri, turmalinizări și alunitizări.

Controlul structural-tectonic al proceselor de transformare hidrotermală este evidențiat prin prezența unor înrădăcinări și chiar a unor corpuri subvulcanice, iar sistemele de fracturi asociate, zonele de brecifiere și fisurare reprezintă căile de acces al soluțiilor hidrotermale — de temperatură ceva mai ridicată — care au transformat mai mult sau mai puțin intens rocile adiacente.

În galeria III, zunyitul apare ca blocuri de ordinul decimetrilor în umplutura unei fracturi majore, situată la 360 m de la suprafață sau tot sub formă de blocuri ca elemente angulare prinse într-o matrice alb-cenușie constituită tot din zunyit, dar în care se observă fine impregnații de minerale metalice.

În vecinătatea fracturii, acest mineral se insinuează în masa rocilor puternic transformate hidrotermal ca filoane, cuiburi sau lentile.

Descrierea mineralului și analizele efectuate

Zunyitul $[Al_{12}(OH, F)_{18}\ Cl(AlO_4)Si_5O_{16}]$ cristalizează în sistemul cubic, prezentînd macle după (111), are duritatea 7, greutatea specifică 2,9, luciu sticlos, transparent, culoarea albă pînă la alb-cenușiu, spărtura concoidală și subconcoidală, prezentînd muchii ascuțite.

La microscop, mineralul apare sub forma unui agregat cripto-cristalin sau mozaicat hipidioptic, constituit din cristale subhedrale și euhedrale, tetraedrice și octoedrice, uneori cu structură zonară. Cristalele sînt perfect izotrope, mineralul prezentînd un relief mai ridicat decît al cuarțului cu care este asociat.

Analiza mineralogică în raze X pune în evidență un spectru clar, reflexele caracteristice puse în evidență experimental fiind foarte apropiate ca poziție și intensitate de diagramele etalon consultate.

Analiza în infraroșu pune în evidență, cu certitudine, spectrele de absorbție ale zunyitului.

Analiza chimică a zunyitului relevă următoarea compoziție:

SiO_2 — 22,52%	CaO — 0,05%
Al_2O_3 — 56,40%	Na_2O — 0,04%
Fe_2O_3 — 0,53%	H_2O — 10,61%
MnO — 0,004%	F — 9,2%
MgO — 0,03%	S — 0,45%

Față de formula etalon, se constată un ușor exces de aluminiu și un deficit de siliciu.

Analiza de refractaritate pune în evidenţă un indice pirometric cu valoarea de 178 şi la temperatura de topire de 1 850°.

Ocurenţele rare ale mineralului (minele Zuny-Colorado – S.U.A.; Postmastburg – R.S.A.,; Beni-Embarek – Algeria şi Karabaş – U.R.S.S.) scot în evidenţă faptul că identificarea sa în Munţii Harghita prezintă, pe lîngă o importanţă tiinţifică deosebită, şi o premisă economică de perspectivă.

Rezultatele încercărilor de laborator efectuate asupra unor probe cu zunyit prelevate din perimetrul Vîrghiş

Probele au fost prelucrate în laboratorul I.M. Harghita prin măcinare şi trecerea prin sita nr. 0063 iar, în continuare, au fost efectuate analizele fizico-chimice, obţinîndu-se rezultatele prezentate în tabelul 1.

– măcinare la fineţe de 0,1 mm şi levigare la raport S/L = 1/20.

Partea levigabilă a fost reanalizată, conţinutul de Fe_2O_3 fiind de această dată determinat şi prin dezagregare acidă simplă (Fe_2O_3 liber), respectiv dezagregare acidă oxidantă (Fe_2O_3 solubil). Deoarece la prima variantă de preparare, între diluţiile S/L = 1/10 şi S/L=1/20, părţile levigabile erau sensibil egale, cele două probe s-au comasat, acestea prezentînd calităţi identice.

Din datele prezentate, rezultă că materialul are conţinut ridicat în Al_2O_3 (peste 50 %), conţinut de Fe_2O_3 redus (sub 1 %), grad de alb destul de ridicat (74–80 %) şi capacitate de albire mică (80–82 %). Prin preparare (levigare) nu se ridică conţinutul de Al_2O_3 decît în proporţie mică (1–3 %) la extracţii foarte reduse, în jur de 10 %, cifre explicabile prin faptul că materialul este aproape monomineral.

Tabelul 1

Nr. probei	Compoziţia chimică, %								Grad alb. %	Capacitate de albire, %
	PC	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	FeS_2		
1	18,81	22,62	51,70	0,93	0,20	2,80	1,34	0,91	73,8	78,9
2	19,23	21,87	53,60	0,77	0,48	2,73	1,47	0,75	78,9	82,6

Tabelul 2

Element analizat	Fineţea de măcinare			
	proba 1		proba 2	
	1 mm	0,1 mm	1 mm	0,1 mm
PC	19,06	19,30	18,99	19,26
SiO_2	22,40	24,06	21,30	23,18
Al_2O_3	53,29	51,27	54,49	53,94
Fe_2O_3 total	0,53	0,21	0,31	0,29
Fe_2O_3 solubil	0,16	0,21	0,29	0,27
Fe_2O_3 liber	0,11	0,21	0,12	0,15
TiO_2	0,17	0,16	0,20	0,35
CaO	2,82	2,40	2,23	2,09
MgO	1,35	0,86	1,20	0,60
FeS_2	0,32	0,20	0,26	0,23
Părţi levigabile	7,00	17,30	13,50	17,40
Grad alb	80,00	—	82,50	—

În continuare, proba nr. 2 (în cantitate de circa 2,5 kg) a fost măcinată integral la fineţea de trecere totală prin sita nr. 0063. Compoziţia granulometrică a fost determinată în balanţa de sedimentare Sortarius, obţinîndu-se rezultatele prezentate în tabelul 3.

Cu materialul fin măcinat s-au realizat amestecuri cu caolin spălat de Harghita tip STAS 4888/76, concentraţia materiei de adaos fiind de 10 %, respectiv de 20 %. La aceste amestecuri, respectiv la componenţii puri, s-au efectuat analizele chimice şi determinările proprietăţilor fizico-mecanice, obţinîndu-se rezultatele prezentate în tabelul 4.

Din aceste date rezultă faptul că materialele se pretează pentru corectarea unor deficienţe ale caolinului spălat, avînd influenţă favorabilă

Tabelul 3

Clasa granulometrică (microni)	0—2	2—3	3—5	5—10	10—20	20—30	30—40	40—50	50—63
Ponderea clasei, %	19,0	7,0	6,25	41,75	14,40	3,25	2,85	3,35	2,15

S-au efectuat încercări de preparare a probelor în două variante:

– măcinare la fineţe de 1 mm şi levigare la raport S/L = 1/10 şi S/L = 1/20;

asupra conţinutului de Al_2O_3, Fe_2O_3, plasticitate şi contracţie, fapt ce conduce la îmbunătăţirea calităţii acestui produs utilizat în ramurile industriale de ceramică fină, electroceramică, chimică etc.

Tabelul 4

Proba	Compoziția chimică, %							Plasticitate	Rezistența la încovoiere, N/cm²	Contracții, %	
	PC	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	MgO			la uscare	totală
Caolin spălat	8,26	53,68	28,92	1,45	0,50	2,21	1,19	54,3	373	10,0	17
Amestec 10%	9,23	50,20	31,58	1,42	0,48	2,22	1,11	48,4	346	9,0	16,8
Amestec 20%	10,01	47,66	34,57	1,35	0,44	2,03	1,09	41,2	332	9,0	16,6

Tabelul 5

Conținut de material aluminos, %	Al_2O_3, %	Fe_2O_3, %	Observații
Lipsă	28,50	1,42	Caolin pur
3,75	29,24	1,35	
7,20	30,39	1,31	
10,50	30,95	1,24	
13,50	32,49	1,15	

S-a încercat și posibilitatea realizării unor amestecuri cu caolin, plecînd de la suspensii, constatîndu-se faptul că, în stare peptizantă (stabilă), o parte a materialului de adaos se separă prin sedimentare, care, în stare floculată-coagulată, chiar la diluții mari (S/L = 1/18), nu se observă. Suspensiile astfel obținute au rămas omogene chiar după timp îndelungat. În tabelul 5 se prezintă valorile conținuturilor de Al_2O_3 și Fe_2O_3 la cîteva amestecuri, în funcție de concentrația materialului de adaos, avînd valori cuprinse între 2 și 14%.

Rezultatele demonstrează posibilitatea realizării unor amestecuri de caolin spălat și material aluminos, precum și utilitatea acestor amestecuri prin care se obțin conținuturi mai ridicate în Al_2O_3 și mai scăzute în Fe_2O_3. Studiile pe această temă continuă.

Perspective pentru antracit, pirofilit şi talc pe flancul nordic al Munţilor Parîng

Lect. dr. **C. Gh. Popescu**
conf. dr. **V. Mutihac**
asist. ing. **V. Brânda**
ing. **Elena Rusu**

Universitatea din Bucureşti

I. Introducere

Acumulări exploatabile de antracit și pirofilit în partea centrală a Carpaților Meridionali se cunosc deocamdată doar la Schela-Gorj și Viezuroiu, în partea sud-estică a Munților Vîlcan. Din punct de vedere geologic, acestea sînt incluse în așa-numita formațiune de Schela.

Termenul de *formațiune de Schela* a fost introdus în literatura geologică românească de L. Mrazec (1898), pentru a desemna un ansamblu de roci predominant detritice, reprezentate prin conglomerate, gresii cărbunoase și șisturi negre argiloase cu cărbuni și lentile de antracit care se găsesc în zona localității Schela-Gorj.

În lucrările ulterioare privitoare la sectorul central al Carpaților Meridionali, pe bază de observații de ordin litologic și tectonic, s-a relevat prezența formațiunii de Schela și pe flancurile nordice ale munților Vîlcan și Parîng (Mrazec, 1913; Murgoci 1912—1913; Manolescu, 1933; Pauliuc, 1937). În lucrările din anii '60 și '70, formațiunea de Schela a fost inclusă ca orizont superior în cadrul a ceea ce s-a denumit *seria de Tulișa* (Pavelescu, 1966); în consecință, pe hărțile geologice sc. 1 : 200 000 și 1 : 50 000, editate de Institutul de Geologie și Geofizică, formațiunea de Schela este restrînsă din nou ca arie de răspîndire doar la zona Schela-Gorj, adică doar la ceea ce a constituit *locus tipicus*.

Cercetările efectuate între anii 1979—1982, pe versantul nordic al Munților Parîng în zonele Valea Jiețului și în Defileul Jiului (Valea Izvorului) au evidențiat caracterul distinct al orizontului superior al seriei de Tulișa din punct de vedere litologic, metamorfic și tectonic, în raport cu formațiunile subiacente, justificîndu-se reconsiderarea prezenței formațiunii de Schela pe flancul nordic al Munților Parîng (Mutihac et al., 1980; Popescu et al., 1981; Mutihac, Popescu, 1982).

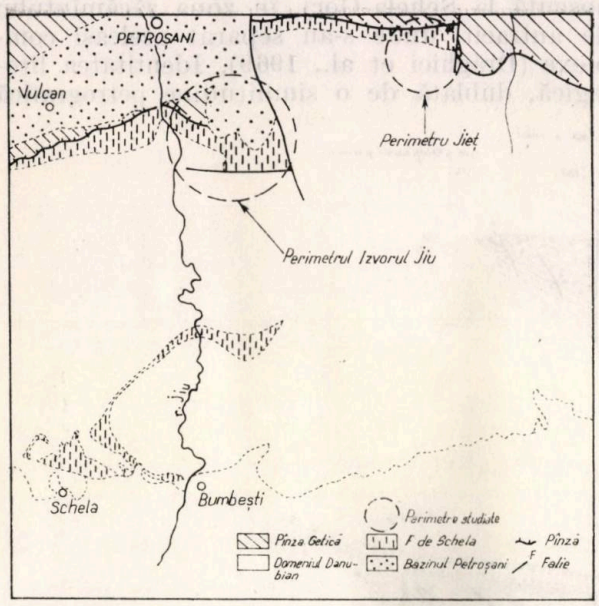


Fig. 1. Repartiţia formaţiunii de Schela în partea centrală a Carpaţilor Meridionali

Existenţa formaţiunii de Schela pe versantul nordic al Munţilor Parîng se bazează, pe de o parte, pe analogii de ordin geologic, petrografic şi mineralogic între zona Schela-Gorj şi perimetrele sus-amintite, iar, pe de altă parte, pe caracteristicile similare ale masei cărbunoase din aceste trei sectoare (fig. 1).

II. Caracteristicile geologice, petrografice şi mineralogice ale formaţiunii de Schela de pe flancul nordic al Munţilor Parîng

Atît în bazinul Jieţului, cît şi în regiunea valea Izvorul-Jiu, în cadrul formaţiunii de Schela se pot delimita trei entităţi litofaciale: complexul metagrezos-conglomeratic inferior, complexul cu pirofilit şi cloritoid şi complexul metagrezos-conglomeratic superior (fig. 2).

Apariţiile de antracit în această regiune se raportează atît la complexul conglomeratic inferior, cît şi la cel superior. Astfel, la primul complex aparţin ivirile de pe pîrîul Izvorul, prima ivire la vreo 150 m în amonte de confluenţa cu pîrîul Stoinicioara, sub forma unei lentile de şisturi antracitoase şi antracit, avînd o grosime în jur de 2,5 m, iar, cea de-a doua, mai în amonte, cu 100 m de intersecţia cu drumul forestier de pe stînga pîrîului Sasa. Tot pe pîrîul Izvorul au fost întîlnite blocuri

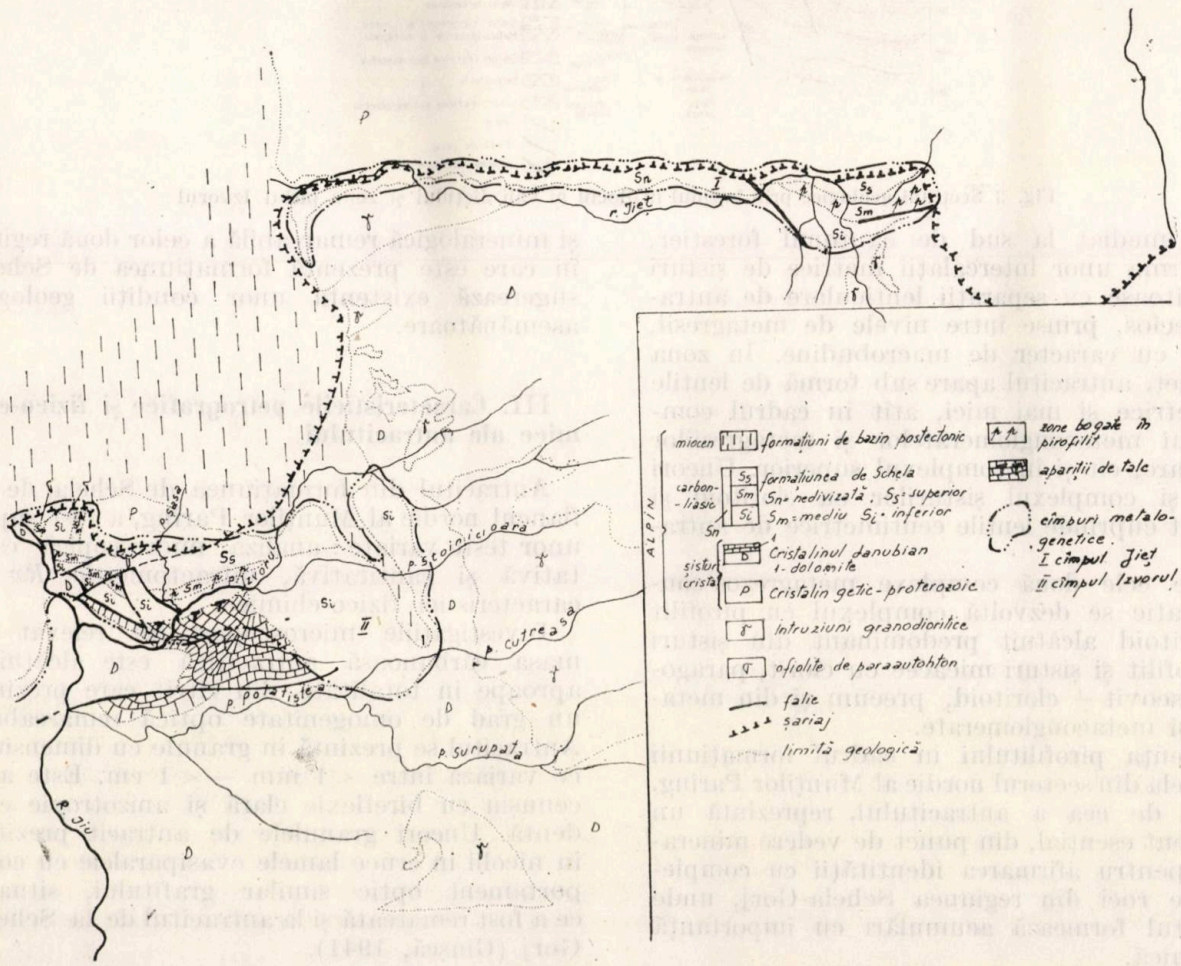


Fig. 2. Schiţa geologică a zonelor Jieţ şi Izvorul-Jiu

de brecii antracitice, mai ales în sectorul de la confluența cu pîrîul Stoinicioara (fig. 3).

Antracitul din complexul metagrezos-conglomeratic superior a fost întîlnit pe pîrîul Sasa, imediat la sud de cantonul forestier, sub forma unor intercalații metrice de șisturi antracitoase cu separații lenticulare de antracit brecios, prinse între nivele de metagresii, uneori cu caracter de macrobudine. În zona văii Jieț, antracitul apare sub formă de lentile decimetrice și mai mici, atît în cadrul complexului metaconglomeratelor și metagresiilor inferioare, cît și în complexul superior. Uneori chiar și complexul șisturilor cu cloritoid și pirofilit cuprinde lentile centimetrice de antracit.

Între cele două complexe metagrezos-conglomeratic se dezvoltă complexul cu pirofilit și cloritoid alcătuit predominant din șisturi cu pirofilit și șisturi micacee cu clorit, paragonit/muscovit ± cloritoid, precum și din metagresii și metaconglomerate.

Prezența pirofilitului în cadrul formațiunii de Schela din sectorul nordic al Munților Parîng, alături de cea a antracitului, reprezintă un argument esențial, din punct de vedere mineralogic, pentru afirmarea identității cu complexele de roci din regiunea Schela-Gorj, unde pirofilitul formează acumulări cu importanță economică.

Orizontarea formațiunii de Schela din regiunile Izvorul-Jiu și Jieț este identică cu cea cunoscută la Schela-Gorj, în zona zăcămîntului de antracit, unde s-au separat aceleași complexe (Drăghici et al., 1969). Identitatea litologică, dublată de o similitudine petrografică și mineralogică remarcabilă a celor două regiuni în care este prezentă formațiunea de Schela, sugerează existența unor condiții geologice asemănătoare.

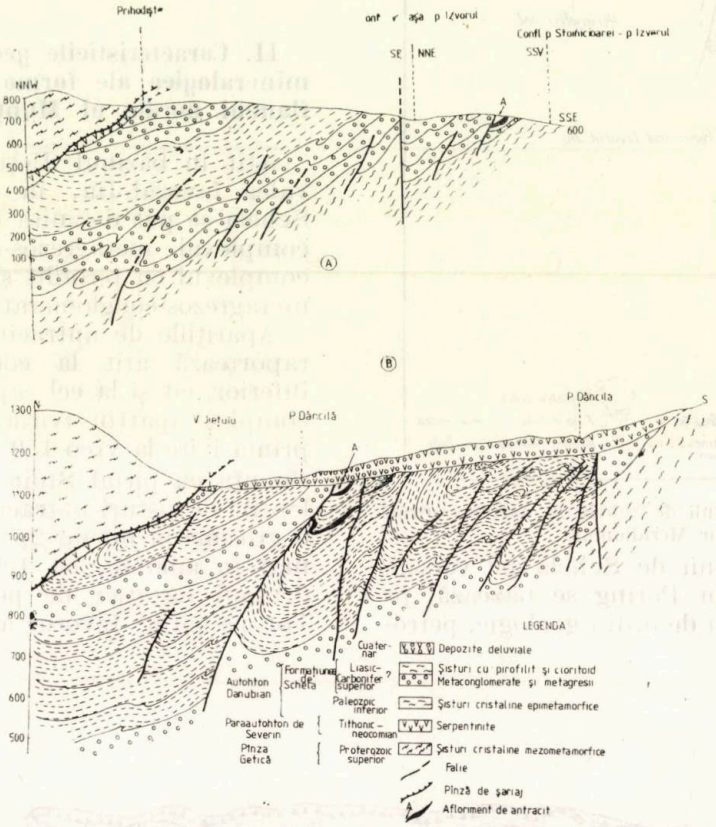


Fig. 3 Secțiuni geologice prin bazinul mijlociu al văii Jiețului și zona pîrîul Izvorul

III. Caracteristicile petrografice și fizico-chimice ale antracitului

Antracitul din formațiunea de Schela, de pe flancul nordic al Munților Parîng, a fost supus unor teste variate : analiza microscopică calitativă și cantitativă, difractometrie *Rx* și caracteristici fizico-chimice.

Investigațiile microscopice au relevat că masa cărbunoasă antracitică este alcătuită, aproape în totalitate, din vitrit care prezintă un grad de omogenitate optică remarcabilă. Antracitul se prezintă în granule cu dimensiuni ce variază între <1 mm — <1 cm. Este albcenușiu cu bireflexie clară și anizotropie evidentă. Uneori granulele de antracit prezintă în nicolii în cruce lamele cvasiparalele cu comportament optic similar grafitului, situație ce a fost remarcată și la antracitul de la Schela-Gorj (Giușcă, 1941).

Investigațiile optice cantitative au constat din determinări ale reflectivității *R* a vitritului.

Prelucrarea statistică a datelor arată că media valorilor X variază între 9,33 % *R min.* şi 14,79% *R max.* la antracitul de la Jieţ; 10,39 % *R min.* şi 13,84 % *R max.* la antracitul de la Izvorul-Jiu, valori ce se corelează cu cele obţinute pentru antracitul de la Schela-Gorj 8,70 % *R min.* şi 15,19 % *R max.* (Popescu et al., 1982).

Între testele la care a fost supusă masa cărbunoasă din formaţiunea de Schela au fost şi cele privitoare la proprietăţile sale electrice. Date preliminare relevă caracterul de semiconductor a antracitului analizat şi sugerează o şansă de folosire a breciilor cu antracit diseminate în masa rocilor formaţiunii de Schela pentru care momentan nu există o soluţie de valorificare sub formă de combustibil (Popescu et al., 1982).

Proiecţia valorilor *R* pe diagrama de variaţie a reflectivităţii, în funcţie de conţinutul în atomi de carbon/unitate structurală, arată un indice de carbonificare foarte ridicat pentru

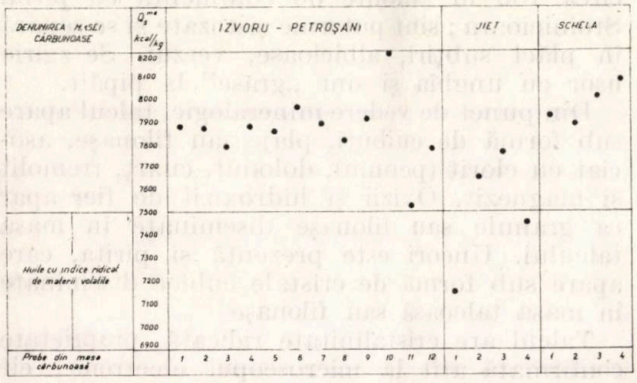


Fig. 4. Variaţia puterii calorifice superioare Q_s^{me} la minele Dîlma şi Padini. Probele reprezintă valori medii din producţia minelor Dîlma şi Padini.

antracitul din formaţiunea de Schela (circa 95 %).

Aceste determinări se corelează cu analizele fizico-chimice ale probelor de şisturi antracitoase care indică o putere calorifică ridicată a masei cărbunoase, putere ce plasează marea majoritate a probelor în categoria antracitelor. Comparate cu valorile specifice antracitelor exploatate la minele de la Schela-Gorj, reiese o identitate şi din acest punct de vedere (fig.4).

IV. Caracteristicile mineralogice şi tehnologice de laborator ale pirofilitului

Din punct de vedere petrografic, pirofilitul constituie componentul principal al complexului şisturilor cu pirofilit care individualizează, alături de şisturile micacee cu paragonit/muscovit, unul din cele trei complexe de roci ale formaţiunii de Schela din regiunile Izvorul-Jiu şi Jieţ. În complexele metagrezos-metaconglomeratice inferior şi superior, şisturile cu pirofilit apar ca intercalaţii, bancurile de metagresii, uneori cu şisturi antracitoase, alcătuind nivele de grosimi decimetrice pînă la metrice.

În cadrul complexului şisturilor cu pirofilit şi cloritoid, şisturile cu pirofilit alternează cu şisturi micacee cu paragonit/muscovit, urmare caracterului mai caolinitic sau montmorillonitic al sedimentelor iniţiale. În plus, ca urmare a procesului de diferenţiere metamorfică, au apărut filoane cuarţoase sau separaţii lenticulare de cuarţ, cu care se asociază uneori pirofilitul şi cloritoidul.

Şisturile cu pirofilit sînt alcătuite predominant din pirofilit, alături de care mai apar cuarţul, cloritoidul, sericitul, uneori cu caracter fengitic, şi cloritul; au o culoare cenuşiu-negricioasă, şistozitatea metamorfică a estom-

Tabelul 1

Rezultatele analizelor chimice ale pirofilitului şi şisturilor din formaţiunea de Schela

Compus chimic	Schela–Gorj							Valea Izvorul (Munţii Paring)				
	şisturi pirofilitice							pirofilit	şisturi pirofilitice		şisturi paragonito-muscovitice	
	1	2	3	4	5	6	7	149	91	126	101	133
SiO_2	62,14	60,10	50,03	75,98	59,85	60,79	54,17	56,19	65,58	59,85	61,48	40,63
TiO_2	0,08	0,011	0,55	0,62	0,70	0,58	1,03	0,10	1,46	1,10	1,20	1,96
Al_2O_3	28,20	21,76	24,48	15,53	29,77	29,37	34,39	32,27	22,09	25,19	16,77	8,84
Fe_2O_3	1,40	2,40	13,33	1,21	2,42	1,81	2,63	0,40	3,90	5,40	6,80	0,38
CaO	0,70	0,77	0,42	0,42	0,28	0,40	0,28	0,56	0,42	0,63	0,56	2,97
MgO	0,36	0,56	1,13	0,32	0,10	0,14	0,16	0,40	0,50	1,02	2,75	6,70
K_2O	0,94	1,37	1,06	0,89	1,10	0,82	0,55	2,20	0,10	1,64	3,32	1,80
Na_2O	0,16	0,10	0,13	0,13	0,10	0,13	0,13	2,40	1,02	0,72	2,40	0,06
MnO	0,04	0,06	0,08	—	0,04	0,03	0,04	—	0,06	0,21	0,12	0,26

pat complet stratificația primară, iar clivajul frecvent este perpendicular pe șistozitate. În planul de șistozitate, culoarea este variabilă: alb-verzui (șisturi pirofilitice cu cuarț) și negru vinețiu (șisturi pirofilitice antracitoase). Prezența din abundență a pirofilitului le imprimă acestora caracterul șistos și aspectul unsuros-talcos, fapt ce poate da naștere la confuzii diagnostice. Cînd apare în filoane (filonașe) și în secreții lenticulare, este alb-sidefiu, constituind cel mai adesea cuiburi.

Din punct de vedere mineralogic, pirofilitul la microscop se prezintă sub formă de solzi și foițe alungite, în general de dimensiuni submilimetrice; este incolor sau prezintă nuanță verzuie. Culorile de birefringență variază de la cenușiu la galben-verzui, fiind similare sericit-muscovitului și paragonit/muscovitului, de care, în consecință, nu poate fi diferențiat pe cale microscopică. Se prezintă diseminat între granulele de cuarț, dar, mai frecvent, constituie aglomerări poligranulare în masa șisturilor, constituind lentile, pungi și rozete în jurul cloritoidului și granoclastelor de antracit.

La microscopul electronic se relevă caracterul granular alungit și cristalinitatea avansată, caracteristici confirmate și prin difractometria *Rx*.

Investigațiile *Rx*, singurele cu valoare certă în ceea ce privește diagnosticarea, au relevat următoarele reflexii bazale specifice pirofilitului din filoanele cuarțoase, regăsite însă cu mari variații și în cazul șisturilor cu pirofilit: 9,05; 4,53; 3,04; 2,29; 1,84; 1,53 și dubletul 1,34—1,38 Å.

Variația și intensitatea reflexelor pirofilitului analizat din zona pîrîul Izvorul sînt similare pirofilitului de la Schela-Gorj și altor pirofilite naturale. În plus, persistența dubletului 1,36—1,38 Å la toate probele analizate (propus de prof. Ianovici și colab., în 1981, ca indicator de cristalinitate a pirofilitului) arată o similitudine structurală a pirofilitelor din cele două regiuni: Izvorul-Jiu și Schela-Gorj.

Așa cum reiese din analiza difractogramelor șisturilor cu pirofilit, procentul de pirofilit depășește cu mult pe cel al celorlalte minerale ce participă la alcătuirea rocii.

Analizele chimice efectuate asupra șisturilor pirofilitice ca din zona Izvorul-Jiu arată următoarele conținuturi în principalii componenți: SiO_2 = 40,63 — 65,58%; Al_2O_3 = 16,77 — 30,16 %; Fe_2O_3 = 3,90 — 8,85 %;

Refractaritatea este cuprinsă între 91—126%.

Aceste analize au pus în evidență elemente asemănătoare în limitele prevăzute în STAS-urile în vigoare pentru argilele refractare de la Viezuroiu, Șuncuiuș, Anina, Cristian și Holbav, cu excepția Fe_2O_3. Prezența Fe_2O_3 în procent mai ridicat în probele recoltate din aflorimente o punem pe seama existenței condițiilor de alterare la suprafață.

Din punct de vedere tehnologic, șisturile pirofilitice, ca roci aproape monominerale (component principal pirofilitul $Al_2Si_4O_{10}$ $(OH)_2$) au o structură internă ce le conferă proprietăți deosebite: stabilitate termică ridicată, lipsa variației de volum la încălzire-răcire, cît și un coeficient de dilatare redus al materialului ars. Aceste proprietăți le fac utilizabile în variate domenii economico-industriale: ceramică, hîrtie, cauciuc, ciment, pietre sintetice, tehnica rachetelor.

V. Caracteristicile mineralogice și tehnologice de laborator ale talcului

Ca și șisturile pirofilitice, șisturile cu talc au fost, pentru prima dată, evidențiate în masivul Munților Parîng. Șisturile sînt situate sub complexul metagresiilor și metaconglomeratelor inferioare al formațiunii de Schela, fiind dispuse pe dolomitele din cristalinul hercinic. Ele au fost identificate doar în cîteva puncte, dintre care cel mai important este cel de pe pîrîul Izvorul, la circa 150 m amonte de confluența cu pîrîul Stoinicioara; sînt puternic șistozate și se separă în plăci subțiri, albicioase, verzui. Se zgîrie ușor cu unghia și sînt „grase" la pipăit.

Din punct de vedere mineralogic, talcul apare sub formă de cuiburi, plaje sau filonașe, asociat cu clorit (pennin), dolomit, cuarț, tremolit și magnezit. Oxizii și hidroxizii de fier apar ca granule sau filonașe diseminate în masa talcului. Uneori este prezentă și pirita, care apare sub formă de cristale cubice diseminate în masa talcoasă sau filonașe

Talcul are cristalinitate ridicată, proprietate confirmată atît la microscopul electronic, cît și la cel polarizant.

Analizele roentgenografice au relevat reflexele bazale specifice talcului: 9,26; 3,10 Å, pe de o parte, iar, pe de altă parte, strînsa concreștere dintre talc și clorit (dovadă reflexele comune de pe difractogramă, în jurul valorii de 4,70 Å.)

Participarea însemnată a cloritului la alcătuirea șistului talcos, cînd este în strînsă concreștere cu talcul, dezavantajează procesul de flotație, diminuîndu-i calitățile de material refractar.

Probele de șist talcos din valea Izvorul-Jiu, așa cum relevă analizele chimice, difractometrice, termice, gradul de alb și refractaritatea, se încadrează în sortul B, conform STAS-urilor în vigoare. Talcul, ca mineral preponderent, variază între 40 și 80 %.

Analizele chimice au pus în evidență valori în limitele prevăzute pentru conținuturile în CaO, MgO și SiO_2, cu excepția conținutului de fier (Fe_2O_3), care poate fi redus prin utilizarea unor utilaje de preparare de selectivitate mărită.

Pe o probă reprezentativă recoltată din zona cercetată s-au efectuat patru încercări de flo-

Tabelul 2

Caracteristici chimice comparative între șistul talcos din valea Izvorul-Jiu, produsele intermediare de flotație, concentrate și STAS-uri în vigoare

Caracteristici calitative	STAS 1901/1977 sort B	STAS 11124/1978 sort A	Valori obținute pe probe cu talc din valea Izvorul-Jiu				
			șist talcos	concentrat talc	produs intermediar I	produs intermediar II	produs intermediar III
CaO, %max	5	13	7,97	1,38— 2,07	3,12— 8,66	2,42— 5,19	1,73— 3,47
MgO, %min	20	22	22,27	27,59—27,84	22,27—26,48	25,24—26,85	26,36—27,10
SiO_2, %min	45	45	43,43	58,32—59,03	40,24—49,87	47,80—54,36	51,54—55,07
Fe_2O_3, %max	1	1	5,90	4,60— 4,90	5,80— 6,60	5,20— 6,10	5,00— 5,60
Pierderi la calcinare, % max	8	15	13,19	4,55— 7,15	4,49—14,79	5,89—11,34	5,33— 9,36

tație în fază de laborator, care au dat rezultate satisfăcătoare în ceea ce privește concentratele de talc obținute și gradul de alb (tab. 2).

VI. Considerații petrogenetice

Caracteristicile geologice, petrografice și mineralogice ale formațiunii de Schela de pe flancul nordic al Munților Parîng relevă caracterul său particular, diferit de al formațiunilor cristaline subjacente. Prezența în alcătuirea sa a pirofilitului și a paragonit/muscovitului, argumentează caracterul ankimetamorfic-tranzitoriu între rocile sedimentare și șisturile cristaline propriu-zise (Mutihac, Popescu, 1982).

În aceste condiții, apariția pirofilitului a fost consecința reacției caolinitului din rocile sedimentare inițiale cu silicea mobilizată de soluțiile hidrometamorfice, conform reacției:

$$Al_4Si_4O_{10}(OH)_8 + 4\ SiO_2 \rightarrow Al_4Si_8O_{20}\ (OH)_4 + 2\ H_2O$$

în condițiile termodinamice:

$T = 160 - 200°C$; $P = 1$ kb; $P\ H_2O = 0{,}25$ kb (Popescu, Constantinescu, 1982).

Cît privește paragonit/muscovitul, acesta a putut proveni prin transformarea illit/montmorillonitului în condiții de ankizonă (Frey, 1978).

Antracitul din formațiunea de Schela, așa cum rezultă din determinările de reflexivitate si *Rx*, reprezintă o fază de tranziție, caracteristică pentru metamorfismul foarte slab de ankizonă.

Concluziile privitoare la gradul de metamorfism al formațiunii de Schela, deduse din valorile reflectivității și din caracteristicile *Rx* ale antracitului, se corelează cu cele rezultate din studiul paragenezelor silicatice. În plus, sensibilitatea masei cărbunoase, la variațiile condițiilor de metamorfism, este mult mai mare. Ea reflectă și nuanțe ale acestui proces slab, nuanțe pe care paragenezele silicatice nu le relevă. Astfel, gradul de anizotropie și valorile d_{002} ale antracitelor de la Schela-Gorj indică un ankimetamorfism mai intens, în raport cu cel al antracitelor din formațiunea de Schela de pe flancul nordic al Munților Parîng (Popescu et al., 1982).

Șisturile talcoase, așa cum rezultă din datele de teren, apar discontinuu, la limita sudică a formațiunii de Schela cu șisturile cristaline hercinice. Acestea din urmă sînt constituite adesea din șisturi amfibolice cu epidot și calcare dolomitice, cristaline. În masa șisturilor talcoase, pe lîngă talc și dolomit, apar, într-un procent variabil, dolomit, calcit și magnezit. Caracterul relict al dolomitului ne permite să presupunem că talcul s-a format ca urmare a reacției, de tip hidrotermal, dintre dolomit și soluția hidrotermală cu silice:

$$3\ CaMg\ (CO_3)_2 + 4\ SiO_2 + H_2O \rightarrow Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2 + 3\ CaCO_3 + 3\ CO_2.$$

Este foarte posibil ca soluțiile hidrometamorfice acide, care au vehiculat în formațiunea de Schela și au permis formarea secrețiilor de cuarț, cloritoid și pirofilit, să fi determinat și formarea talcului, urmare a reacției susamintite.

VII. Perspective economice

Studiile geologice complexe întreprinse în ultimii ani pe rama nordică a Munților Parîng au permis reconsiderarea existenței formațiunii de Schela în această regiune. Extinderea sa pe o suprafață mult mai mare decît în partea sud-estică a Munților Vîlcan, la Schela-Gorj — Viezuroiu, lărgește aria potențială pentru antracit și pirofilit, de cîteva ori, față de cea luată în considerație la ora actuală. În plus, relevarea caracteristicilor de semiconductor a antracitului pune într-o lumină nouă perspectiva întrebuințării și valorificării complexe a acestei substanțe minerale.

Investigațiile detaliate, de ordin petrografic și fizico-mineralogic, precum și analizele chimice și tehnologice de laborator, efectuate asupra șisturilor cu pirofilit și a celor cu talc relevă încadrarea lor în limitele STAS-urilor în vigoare.

Din cele prezentate, rezultă necesitatea continuării lucrărilor de cercetare geologică complexă în extinderea perimetrelor studiate, atît

pe direcţie, cît şi în adîncime, pentru conturarea, mai clară, a prognozei privind acumulările economice de antracit, pirofilit şi talc în partea nordică a munţilor Parîng şi Vîlcan.

Bibliografie

[1] Diessel, Offler, *Change in physical properties of coalifield with grade of metamorphism.* N. Jb. Mineral, Mh. 1, 1975.

[2] Drăghici, C., Huică, I., Isac, M., Biloiu, M. *Formaţiunea de Schela şi perspectivele ei economice.* Revista Minelor **18**, 1967.

[3] Frey, M. *Progresive low-grade metamorphism of a blak schale formation, central Swiss Alps, with special reference to pyrophyllite and margarite bearing assemblages.* Journal of Petrology, 19 part. 195—135, 1978.

[4] Ghica-Budeşti, St. *Etudes géologiques et pétrographiques dans les monts Lotru (Carpates Méridionales).* An. Inst. Geol. Rom. XVI, Bucureşti, 1931.

[5] Giuşcă, D. *Contributions a l'étude de l'antracite de Schela (District Gorj)* Bul. sect. sci. Acad. Rom. **32**, 6 Bucureşti, 1941.

[6] Ianovici, V., Neacşu, Gh., Neacşu Vasilica *Pyrophyllite occurences and their genetic relation with the kaolin minerals in Romania.* Rev. roum. geol., **23**, p. 3—17, 1981

[7] Kisch, H. I. *Anthracite and meta-anthracite coal ranks associated with „ankimetamorphism" and „very low stage" metamorphism.* Konikl. Nedrl. Akad. Wetenschappen Proced., ser. B, 77, Amsterdam, 1974

[8] Manolescu, G. *Das Alter der Schela-Formation.* Bul. Soc. Geol. Rom., I. Bucureşti, 1933

[9] Manolescu, G. *Étude géologique et pétrographique dans les monts Vîlcan (Carpathes Méridionales).* An. Inst. Geol. Rom. XVIII, Bucureşti, 1937

[10] Mateescu, I., *Studiul petrografic al antracitului de la Schela.* St. tehn. econ. A, 7. Inst.Geol., Bucureşti, 1967.

[11] Mutihac, V. *Stratigrafia şi structura geologică a sedimentarului danubian din nordul Olteniei.* D.S. Com. Geol., L/2, Bucureşti, 1964

[12] Mutihac, V., Popescu, C. Gh. *Sur le caractére anchimétamorphique de la formation de Schela des Carpates Meridionales Centrales.* Rev. Roum. géol..géoph. Géogr. Acad. R.S.R., T. 26, 1982

[13] Pauliuc, Gh., *Étude géologique et pétrographique du massif du Parîng et de Munţii Cîmpii (Carpathes Méridionales).* An. Inst. Geol., Rom., XVIII. Bucureşti 1937

[14] Pauliuc, Gh. *Pirofilitul din formaţiunea de Schela D.* d. s LVIII Inst. Geol., Bucureşti. 1972.

[15] Pavelescu, L. *Cercetări geologice şi petrografice în bazinul Văii Jiului transilvănean şi al Văii Jieţului.* St. cerc. geol. geof. geogr., seria geol. 11, al Acad. R.S.R. Bucureşti, 1960.

[16] Popescu, C. Gh., Constantinescu, E. *Pyrophyllite from achimetamorphiquen schists in the Parîng Mountains, South Carpathians, Romania; petrogenetic significances,* 13 th. General Meeting IMA'82, Varna, 1982.

[17] Popescu, C. Gh., Tatu, M., Damian, Gh. *La réflectivité et les caracteristiques roentgenostructurales de l'anthracite de la formation de Schela.* Analele Univ. Bucureşti, Geologie XXX, 1982.

[18] Popescu, C. Gh., Mutihac, V., Rusu, E., Dima, I., Antohi, N. *Prospecţiuni geologice de detaliu în bazinul văii Izvorul-Jiu, în vederea stabilirii potenţialului pentru antracit, pirofilit şi talc.* Raport Arh. Bir. Expertiză şi Consulting, Univ. Bucureşti, 1982.

Principalele aspecte privind explorarea în adîncime a zăcămîntului Brusturi

Teh. geol. **M. Nedopaca**
I.M. Barza

Vastul material faptic acumulat în ultimii ani în cunoaşterea Bihorului sudic, din punct de vedere geologic, a permis intensificarea explorării şi a exploatării mineralizaţiilor de afiliaţie banatitică la Brusturi — judeţul Arad.

Lucrarea analizează şi aduce unele completări principalelor aspecte petrografice, tectonice şi metalogenetice care derivă din executarea unor foraje în adîncimea zăcămîntului (fig. 1).

Litostratigrafia zonei a fost completată pe o coloană de 1 100 m, cu o mare detaliere petrografică a formaţiunilor gazdă ale mineralizaţiilor polimetalice laramice.

Formaţiunile cristaline cunoscute alcătuiesc trei serii epimetamorfice.

1. Seria de Biharia, divizată la rîndul ei în trei complexe litostratigrafice, este constituită din metabazite ofiolitice de vîrstă precambriană, cu o grosime totală de 730 m:

- complexul inferior (SB_1), cu o grosime de 230 m, alcătuit în principal din şisturi cuarţo-feldspatice cu nivele de şisturi amfibolice şi amfibolite;
- complexul median-carbonatic (SB_2), avînd o grosime de 450 m, este format preponderent din şisturi cloritoase cu porfiroblaste de albit şi nivele de calcare dolomitice cristaline;
- complexul superior (SB_3) are o grosime mică (50 m), fiind în general erodat; este alcătuit din şisturi clorito-albitice şi şisturi albit-muscovitice cu granaţi cloritizaţi.

2. Seria de Muncel (SM), de vîrstă cambriană, este dispusă superior şi lateral faţă de zăcămînt şi este constituită din roci porfiroide şi granite gnaisice.

3. Seria de Păiuşeni (SP), de vîrstă paleozoic-carboniferă, este cunoscută atît la suprafaţă, unde atinge 60—70 m grosime, cît şi în adîncimea zăcămîntului, unde se dezvoltă pe 230 m. La suprafaţă este constituită din microconglomerate urmate de argilite, iar în adîncime prezintă faciesuri asemănătoare, intens cutate şi fisurate.

Toate formaţiunile cristaline se caracterizează prin prezenţa unui metamorfism dezvoltat în faciesul şisturilor verzi, care scade progresiv de la seria de Biharia spre seria de Muncel şi Păiuşeni.

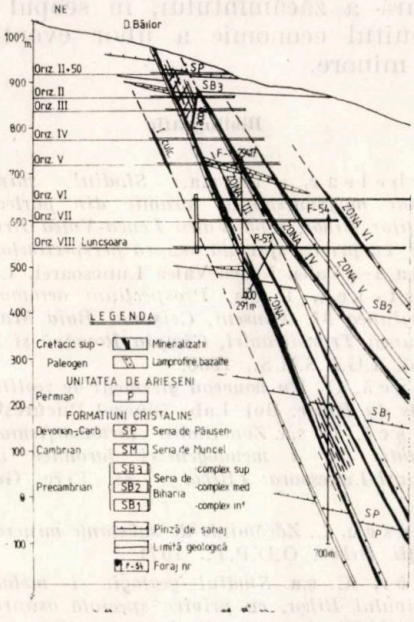


Fig. 1. Profil geologic prin zăcămîntul Brusturi

Formaţiunile sedimentare permiene au fost interceptate în forajul 54 pe un interval de 70 m, fără a le străbate, fiind alcătuite din conglomerate laminate cu nivele tufogene şi intercalaţii argilitice, caracteristice şi Bihorului central.

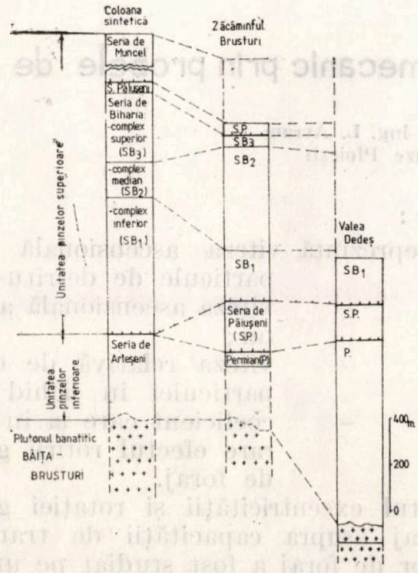


Fig. 2. Schema de corelare stratigrafică a formaţiunilor cristaline şi permiene din Bihorul de sud.

În partea inferioară a zăcămîntului se continuă dyck-urile şi filoanele de lamprofire şi bazalte cunoscute la partea mediană şi superioară a acestuia. Ele au fost puse în loc pe aliniamente de fracturi orientate NV-SE şi căderi spre SV. La contactul dintre seria de Păiuşeni şi complexul inferior al seriei de Biharia, fracturile devin foarte dese, sînt circulate hidrotermal şi au depuneri de sulfuri.

Studiul comparativ al coloanelor litostratigrafice executate pentru seria de Biharia [1] şi Valea Dedeş [6], cît şi pentru zăcămîntul Brusturi (fig. 2), denotă că ne aflăm şi aici în prezenţa a două sisteme de pînze de şariaj :

— unitatea pînzelor inferioare, alcătuită din pînza de Arieşeni, cu depozite permiene, şi seria de Păiuşeni ;

— unitatea pînzelor superioare, formată din seriile de Biharia şi Muncel.

Se remarcă faptul că seria de Păiuşeni se dezvoltă la Brusturi, ca şi în restul Bihorului, atît la suprafaţă, cît şi în adîncime, iar contactul dintre pînze se face cu zone de zdrobire şi milonitizare.

Fracturile mineralizate cunoscute în cadrul zăcămîntului Brusturi, la partea mediană şi superioară, sînt însoţite de aureole de transformări piro şi hidrometasomatice [4]. Pentru partea inferioară a zăcămîntului, cunoscută prin forajele 57 şi 54, se aduc unele completări asupra aureolelor asociate.

Transformările termice afectează formaţiunile seriei de Păiuşeni şi, în special, cele ale permianului, cu formare de corneene, uneori pătate, dezvoltate în asociaţia cuarţ-ortoză ± biotit şi cuarţ-epidot-diopsid.

Asociaţiile pirometasomatice apar în adîncimea zăcămîntului, începînd cu orizontul VIII Luncşoara şi sînt constituite din skarnuri cu grosimi de 6 —20 m. Se remarcă asociaţia epidot-piroxeni-granaţi ± wollastonit cu depuneri masive de magnetit-hematit şi impregnaţii de sulfuri polimetalice în zona I şi pe unele fracturi din acoperişul acesteia.

Hidrometasomatitele hipo şi mezotermale se dezvoltă şi în adîncime, cu precădere în zonele III şi IV, în asociaţiile mineralogice caracteristice : cuarţ — clorit — minerale argilitice şi depuneri de sulfuri. Zona de fisurare intensă, dezvoltată la contactul dintre seria de Păiuşeni şi seria de Biharia, se caracterizează prin prezenţa de hidrometasomatite comparabile cu partea superioară a zăcămîntului, unde, pe baza unor ecranări, au fost generate volume mari de minereu [7].

Un tip aparte de hidrometasomatite epitermale îl constituie asociaţia cu zeoliţi identificată în partea inferioară a seriei de Păiuşeni şi în special în depozitele permiene. Această asociaţie este constituită din desmin-calcit ± cuarţ şi formează mici venule, filonaşe sau depuneri metasomatice concordante rocilor. Aceste venule intersectează celelalte tipuri de asociaţii de neominerale. Asociaţia epitermală cu zeoliţi a fost studiată şi la nord de zăcă-

mîntul Brusturi, în Valea Leuca [3], Poiana și Băița Plai [5], unde apare ca o aureolă de contact a corpurilor de banatite. Pentru zăcămîntul Brusturi, existența asociației cu zeoliți denotă apropierea de plutonul banatitic Băița-Brusturi, evidențiat prin metode aeromagnetometrice [2] și gravimetrice [8].

Concluzii

1. Lucrările de explorare cu foraje executate în adîncimea zăcămîntului Brusturi au permis detalierea litostratigrafiei acestuia și au pus în evidență existența seriei de Păiușeni și a permianului sub seria de Biharia.

2. În cadrul zăcămîntului, ca și în alte părți ale Bihorului, se evidențiază aceeași structură în sisteme de pînze : unitatea pînzelor inferioare și a celor superioare.

3. În adîncime se continuă aureolele de metamorfism hidro și pirometasomatic, apărînd și cel termic. Suprapusă acestora se distinge asociația epitermală cu zeoliți.

4. Unele din fracturile mineralizate principale cunoscute la partea mediană se continuă în adîncime pe circa 200 m, cu aceleași caracteristici polimetalice (zonele III și IV) sau trec la o mineralizație cu oxizi de fier și polimetalică (zona I). Au fost depistate și alte sisteme de fracturi mineralizate, din care unele sînt dispuse *en èchelon* sau formează rețele dense.

Ținînd cont de tendințele actuale de exploatare a zăcămîntului Brusturi și în scopul descifrării potențialului de rezerve în adîncime se consideră utilă continuarea explorării cu foraje spre sud-est, în special spre partea mediană a zonelor I și IV și în Dealul Runcului (zona VII). Se impune, de asemenea, efectuarea unui studiu geochimic complex pentru partea inferioară a zăcămîntului, în scopul atragerii în circuitul economic a unor eventuale elemente minore.

Bibliografie

[1] Berbeleac, I. ș.a. *Studiul mineralizațiilor asociate magmatismului laramic din partea de sud a Munților Bihor, zona Valea Leuca-Valea Brusturi-Valea Sîrbi, cu privire specială asupra perspectivelor economice.* Partea I– Valea Leuca-Valea Luncșoarei, I.G.G., 1981.

[2] Cristescu, T. ș.a. *Prospecțiuni aeromagnetometrice în regiunea M. Apuseni, Crișana, Baia Mare, vest Depresiunea Transilvaniei, Cîmpia Română și Depresiunea Getică.* I.G.P.S.M.S., 1965.

[3] Giușcă, D. *Un nouveau gisement de zeolithes dans les Monts du Bihor.* Bul. Lab. Mineral București, 1943.

[4] Giușcă, D. ș.a. *Zonalitatea metamorfismului hidrome tasomatic și a metalogenezei laramice în regiunea Brusturi-Luncșoara (Bihor).* St. Cerc. Geol., T. 21, 1976.

[5] Ionescu, C. *Zăcăminte de substanțe minerale utile din Munții Bihor.* O.D.P.T., 1971.

[6] Lazăr, C. ș.a. *Studiul geologic și metalogenetic a Masivului Bihor, cu privire specială asupra minerali zațiilor legate de magmatite laramice.* Partea II. I.G.G. 1976.

[7] Nedopaca, M. *Geologia părții superioare a zăcămîntului Brusturi.* Revista Mine, Petrol și Gaze, **35**, nr. 4. 1984.

[8] Proca Angela, Proca, A. *Noi date obținute prin cercetări gravimetrice asupra prezenței unui batolit banatitic în Munții Bihor.* Revista Minelor, **23**, I, nr. 2, 1972.

Completarea informațiilor din carotajul mecanic prin probele de sită

Prof. dr. ing. **I. Crețu,** asist. ing. **L. Avram**
Institutul de petrol și gaze Ploiești

Între adîncimea la care se colectează proba și detritusul format și ajuns în curentul ascendent la suprafață trebuie să existe o corelație perfectă, pentru că numai așa pot fi completate pozitiv informațiile date de carote (probele de sită fiind obligatorii pentru toate tipurile de tuburi carotiere).

Determinarea precisă a proprietăților și vitezei ascensionale ideale a fluidului de circulație în anumite condiții date este, deocamdată, imposibilă, datorită numărului mare de variabile ce intervin în diverse ecuații. Numeroasele cercetări efectuate în șantiere sau laboratoare permit, totuși, să se dea o soluție satisfăcătoare problemei.

Se pleacă de la relația :

$$v = v_l - \alpha v_r, \qquad (1)$$

în care :

- v reprezintă viteza ascensională a unei particule de detritus ;
- v_l — viteza ascensională a lichidului ;
- v_r — viteza relativă de cădere a particulei în lichid ;
- α — coeficient care ia în considerare efectul rotirii garniturii de foraj.

Efectul excentricității și rotației garniturii de foraj asupra capacității de transport a fluidelor de foraj a fost studiat pe un aparat de probă, cu gaura de sondă simulată în condițiile de stabilizare la curgerea laminară a fluidului [5]. Totodată, a fost testată aplicabilitatea modelului de transport al fluidelor dezvoltat de Zeidler. Acesta, bazîndu-și analizele pe datele sale experimentale și pe teoria accep-

tată a mecanicii fluidelor, a prezentat corelații care leagă viteza de sedimentare a particulei într-un mediu limitat, viteza de transport și concentrația volumetrică a fluidelor. El a pornit de la viteza de sedimentare a unei particule într-un fluid newtonian, în funcție de diametrul echivalent al particulei și a dezvoltat ecuațiile specifice, în scopul includerii caracterului nenewtonian al fluidelor de foraj descrise de legea puterii.

Rezultatele au arătat că excentricitatea garniturii de foraj are o influență minoră asupra capacității de transport a fluidului de foraj.

În tabelul 1 și figurile 1 și 2 este prezentată influența turației garniturii de foraj asupra vitezei ascensionale a particulei de detritus

Tabelul 1

Dimensiunea particulei, cm	Turația, n, rot/min	v_1 cm/s	v_r, cm/s	v, cm/s	α	Concentrația volumetrică a particulelor %
0,635	0	30,48	19,16	11,32	1	8,13
0,635	0	45,72	21,69	24,03	1	5,08
0,635	20	30,48	19,16	17,44	0,68	4,99
0,635	20	45,72	21,69	29,04	0,77	5,178
0,635	35	30,48	19,16	16,84	0,71	5,66
0,635	35	45,72	21,69	29,50	0,75	4,14
0,635	45	30,48	19,16	18,75	0,61	5,311
0,635	45	45,72	21,69	28,80	0,78	3,293
1,27	0	30,48	17,03	13,45	1	9,56
1,27	0	45,72	20,91	24,81	1	6,03
1,27	20	30,48	17,03	19,66	0,63	5,53
1,27	20	45,72	20,91	33,44	0,59	5,46
1,27	35	30,48	17,03	20,63	0,58	7,98
1,27	35	45,72	20,91	34,70	0,53	5,34
1,27	45	30,48	17,03	21,39	0,53	7,41
1,27	45	45,72	20,91	34,10	0,55	5,95
1,90	0	30,48	14,89	15,59	1	6,06
1,90	0	45,72	18,80	26,92	1	4,83
1,90	20	30,48	14,89	18,25	0,82	4,95
1,90	20	45,72	18,80	34,90	0,57	3,80
1,90	35	30,48	14,89	18,94	0,77	6,70
1,90	35	45,72	18,80	35,73	0,53	4,46
1,90	45	30,48	14,89	20,45	0,67	6,43
1,90	45	45,72	18,80	35,72	0,53	4,43
2,54	0	30,48	16,59	13,89	1	6,39
2,54	0	45,72	20,29	25,43	1	5,41
2,54	20	30,48	16,59	18,30	0,73	5,12
2,54	20	45,72	20,29	32,06	0,67	5,59
2,54	35	30,48	16,59	18,46	0,72	5,00
2,54	35	45,72	20,29	33,70	0,59	5,10
2,54	45	30,48	16,59	18,20	0,74	5,14
2,54	45	45,72	20,29	34,10	0,57	4,67

Se vede că, în anumite condiții ale regimului laminar de curgere, $\alpha = 0{,}53 \ldots 0{,}82$. Altfel spus, creșterea turației garniturii îmbunătățește transportul particulelor de detritus în condițiile regimului laminar; influența ei este mai pronunțată la viteze mai scăzute ale fluidului ($v_l = 45 \ldots 50$ cm/s) și pare a fi neglijabilă la viteze mai mari. Pe de altă parte, există o valoare-treaptă a turației peste care are loc o oarecare schimbare în comportarea transportului de fluid [5]. Totodată, trebuie luată în considerare concentrația volumetrică a particulelor.

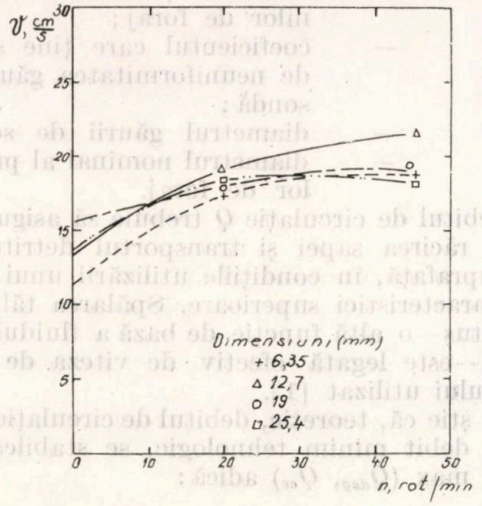


Fig. 1. $v_l = 30{,}48$ cm/s

Pentru regimul tranzitoriu și cel turbulent de curgere, în condițiile rotirii garniturii de foraj, se acceptă, obișnuit, $\alpha = 1{,}13 \ldots 1{,}14$.

Pentru determinarea vitezei ascensionale a fluidului v_l se utilizează relația cunoscută:

$$v_l = \frac{Q}{A_{si}} = \frac{Q}{\frac{\pi}{4}(kD_s^2 - d_p^2)}, \qquad (2)$$

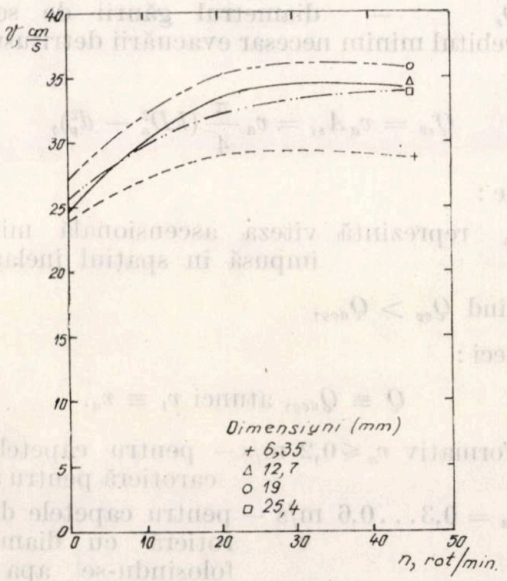


Fig. 2. $v_l = 45{,}72$ cm/s

în care :

Q reprezintă debitul de fluid de foraj;
A_{si} — aria secțiunii transversale a spațiului inelar dintre gaura de sondă și exteriorul prăjinilor de foraj;
k — coeficientul care ține seama de neuniformitatea găurii de sondă;
D_s — diametrul găurii de sondă;
d_p — diametrul nominal al prăjinilor de foraj.

Debitul de circulație Q trebuie să asigure, în sine, răcirea sapei și transportul detritusului la suprafață, în condițiile utilizării unui noroi cu caracteristici superioare. Spălarea tălpii de detritus — o altă funcție de bază a fluidului de foraj — este legată efectiv de viteza de jet a fluidului utilizat [1].

Se știe că, teoretic, debitul de circulație, așazisul debit minim tehnologic, se stabilește ca fiind max (Q_{deg}, Q_{ev}) adică:

$$Q = \max\ (Q_{deg},\ Q_{ev}). \tag{3}$$

Debitul minim necesar degajării detritusului de pe talpă este dat de relația:

$$Q_{deg} = Q_{sp}A_t = Q_{sp}\frac{\pi}{4}(kD_s^2 - d_c^2), \tag{4}$$

în care:

Q_{sp} reprezintă debitul specific, $dm^3/s \cdot cm^2$ (informativ, $Q_{sp} = 0{,}13\ldots 0{,}2$ $dm^3/s \cdot cm^2$ — pentru carotaje cu capete de carotieră cu inserții din material dur);
A_t — aria suprafeței transversale a tălpii;
D_s — diametrul găurii de sondă.

Debitul minim necesar evacuării detritusului:

$$Q_{ev} = v_a A_{si} = v_a\frac{\pi}{4}(kD_s^2 - d_p^2), \tag{5}$$

unde:

v_a reprezintă viteza ascensională minimă impusă în spațiul inelar.

Cînd $Q_{ev} > Q_{deg}$,

deci:

$$Q \equiv Q_{deg}, \text{ atunci } v_l \equiv v_a.$$

(Informativ $v_a \leqslant 0{,}2$ m/s — pentru capetele de carotieră pentru alice.

$v_a = 0{,}3\ldots 0{,}6$ m/s — pentru capetele de carotieră cu diamante, folosindu-se apa ca fluid de foraj;

$v_a = 10\ldots 20$ m/s — pentru capetele de carotieră cu diamante, folosind aerul ca fluid de foraj).

Practica de șantier a condus la stabilirea unei dependențe $Q = f(D_s)$ dată de relația:

$$Q = 0{,}2\ D_s^2 + 0{,}6\ D_s,\ dm^3/s, \tag{6}$$

unde D_s se introduce în inch.

Relația (6) are valabilitate mai ales pentru forajul obișnuit, dar poate fi aplicată, în anumite situații, și la carotajul mecanic [1].

Pentru calculul vitezei relative de cădere a particulelor de detritus în curentul de fluid se presupune că fluidul este de tip binghamian, pentru care:

$$v_r = f(a), \tag{7}$$

$$a = \frac{d}{d_0} \tag{8}$$

unde:

d reprezintă diametrul efectiv al particulei de detritus;
d_0 — diametrul maxim al particulei de detritus ce poate fi menținută în suspensie în fluidul de foraj.

Pentru determinarea lui d_0 se apelează la relația experimentală [6]:

$$d_0 = \frac{6m \cdot \tau_0}{\gamma_r - \gamma_n}, \tag{9}$$

în care:

τ_0 reprezintă tensiunea dinamică de forfecare a fluidului;
γ_r — greutatea specifică a rocii;
γ_n — greutatea specifică a fluidului de foraj;
m — coeficient care ține seama de condițiile în care se face evacuarea detritusului și se determină dintr-un grafic experimental (fig. 3).

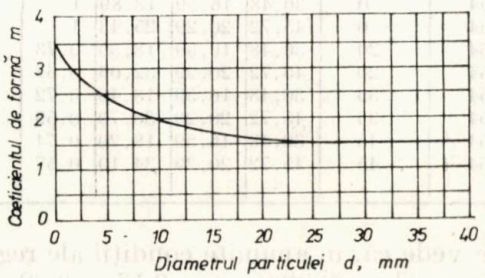


Fig. 3

Pentru fluide tixotropice, care nu sînt în mișcare, în locul lui τ_0 se introduce tensiunea statică de forfecare θ_0.

În timpul circulației, particulele cu diametrul egal sau mai mic decît d_0 sînt antrenate la suprafață cu viteza fluidului.

Cum distribuţia vitezelor în spaţiul inelar este neuniformă, este posibil ca în interiorul miezului neforfecat (de regulă ($\theta_0 > \tau_0$), particulele antrenate să aibă diametrul mai mare decît în restul secţiunii de curgere. În experienţele efectuate [2] s-a pus în evidenţă, într-adevăr, o tensiune critică de forfecare peste care o anumită particulă rămîne practic în suspensie (fig. 4).

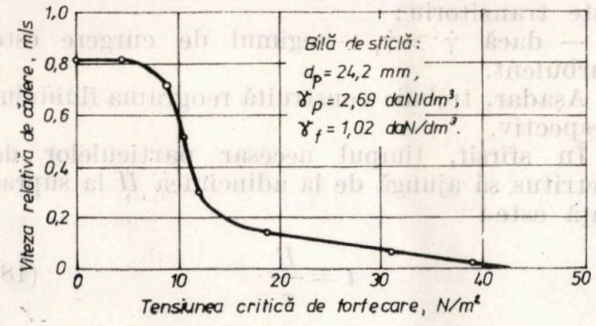


Fig. 4

Faptul că viteza relativă de cădere a particulei de detritus, corespunzătoare valorii critice a tensiunii de forfecare, nu scade la zero, poate fi atribuit condiţiilor în care s-au efectuat experienţele.

Oricum, admiţînd valabilă relaţia (9), se determină un d_0 acceptabil şi accesibil, iar, cu ajutorul relaţiei (8), se determină a şi se acceptă că :

dacă : $a < 3$ — regimul de învăluire a particulei este laminar ;

dacă : $3 \leqslant a \leqslant 7$ — regimul este tranzitoriu ;

dacă : $a > 7$ — regimul este turbulent.

Se face precizarea că fenomenele ce intervin în stabilirea regimului de învăluire a particulei sînt foarte complexe. În definiţia numărului Reynolds trebuie introdusă o viscozitate efectivă în jurul particulei (raportul dintre tensiunea de forfecare şi viteza de deformare, ambele neuniform distribuite).

Pentru regimul laminar de învăluire a particulei de detritus, v_r se determină cu ajutorul relaţiei următoare [3] :

$$v_r = \frac{\tau_0 d}{\tau_p} \psi(a), \qquad (10)$$

în care :

$\psi(a)$ este o funcţie experimentală a cărei variaţie este redată în figura 5.

Prelucrarea matematică a datelor experimentale a condus la găsirea, pentru $\psi(a)$, a următoarei expresii :

$$\psi(a) = 0{,}023\ a^2 - 0{,}026\ a. \qquad (11)$$

Interesează, în mod deosebit, să se ştie precis momentul în care $v_r = 0$.

Aceasta presupune că :

$$\psi(a) = 0,$$

adică :

$$0{,}023\ a^2 - 0{,}026\ a = 0,$$

sau :

$$a(0{,}023\ a - 0{,}026) = 0,$$

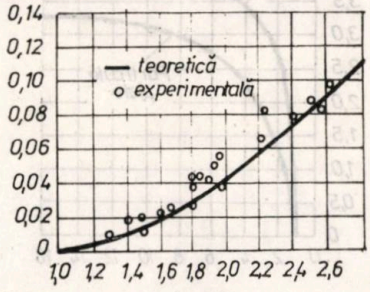


Fig. 5

de unde rezultă :

$a_1 = 0$ (ceea ce nu convine problemei)

şi :

$$a_2 = 1{,}13.$$

Deci :

$$\frac{d}{d_0} = 1{,}13,$$

sau :

$$d_0 = 0{,}885\ d.$$

Dacă s-ar reprezenta grafic funcţia $v_r = f(d)$, s-ar obţine un minim corespunzător semiaxei y negativă, ceea ce, evident, nu convine problemei. Rămîne ca virtual minim al funcţiei $v_r = f(d)$ punctul pentru care :

$$\frac{d}{d_0} = 1{,}13.$$

Pentru regimul tranzitoriu şi turbulent, viteza relativă de cădere a particulei de detritus se poate calcula, într-o primă instanţă, cu relaţia lui Rittinger :

$$v_r = k\sqrt{\frac{d(\gamma_r - \gamma_n)}{\gamma_n}}, \qquad (12)$$

în care :

$$k = \sqrt{\frac{4g}{3c}}, \qquad (13)$$

c — coeficient de rezistenţă la înaintare ;

g — acceleraţia gravitaţională.

Coeficientul k se poate determina și direct, în funcție de a, din figura 6.

Practica de șantier a demonstrat că pentru regimurile tranzitoriu și turbulent de învăluire a particulelor de detritus, rezultate mai apropiate de realitate (fără ca toate măsurătorile să fi fost efectuate întotdeauna în condiții

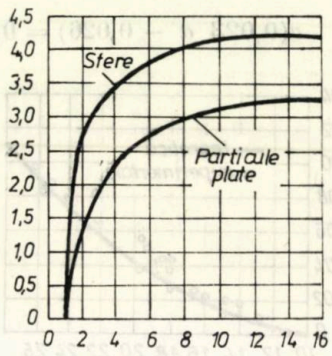


Fig. 6

optime) s-au obținut cu ajutorul relațiilor lui Walker și Mayes.

Prin încercări ei au găsit pentru tensiunea de forfecare medie provocată de o particulă în cădere expresia:

$$\tau_p = 0{,}68\sqrt[3]{h(\gamma_r - \gamma_n)},\ \text{N/m}^2, \qquad (14)$$

în care:

γ_r, γ_n reprezintă greutățile specifice ale rocii, respectiv fluidului de foraj, N/m³;

h — grosimea discului cu care a fost asimilat detritusul (egală cu două treimi din diametrul unei sfere echivalente), m.

Cu valoarea lui τ_p din relația (14) și avîndu-se în vedere coeficientul de rezistență la înaintare c, în cazul regimului tranzitoriu, se ajunge la următoarea expresie pentru viteza relativă de cădere a particulei de detritus:

$$v_r = 0{,}474\ \tau_p \sqrt{\frac{d\dot{\gamma}}{\gamma_n}},\ \text{m/s}, \qquad (15)$$

în care:

$\dot{\gamma}$ reprezintă viteza de forfecare în jurul particulei.

Pentru regimul turbulent:

$$v_r = 6{,}07\frac{\tau_p}{\gamma_n}. \qquad (16)$$

Așadar, în cadrul estimărilor practice, pentru $a < 3$, viteza relativă se va calcula cu ajutorul relației (10), iar pentru $a \geqslant 3$ se va utiliza una dintre relațiile (15) sau (16).

Facem precizarea că valoarea $a = 7$ dată de Șiscenko ca limită între regimul tranzitoriu și turbulent, în noile condiții, care presupune găsirea unei viteze de deformare critică dată de relația:

$$\dot{\gamma}_1 = \frac{164{,}4}{d\sqrt{\gamma_n}}, \qquad (17)$$

nu-și mai păstrează valabilitatea.

Corespunzător tensiunii calculate cu relația (14), din reograma fluidului se determină valoarea vitezei de deformare $\dot{\gamma}$ și:

— dacă $\dot{\gamma} \leqslant \dot{\gamma}_1$, atunci regimul de curgere este tranzitoriu;

— dacă $\dot{\gamma} > \dot{\gamma}_1$ — regimul de curgere este turbulent.

Așadar, trebuie construită reograma fluidului respectiv.

În sfîrșit, timpul necesar particulelor de detritus să ajungă de la adîncimea H la suprafață este:

$$t = \frac{H}{v}. \qquad (18)$$

Exemplu 1. Să se stabilească după cît timp trebuie recoltate probe de sită pentru un carotaj mecanic efectuat în condițiile următoare:

$H = 1\,400$ m; $\gamma_n = 1{,}25$ daN/dm³; $\gamma_r = 2{,}5$ daN/dm³; $D_s = 100$ mm; $d_c = 80$ mm; $d_p = 50$ mm; $d = 15$ mm; $Q_{sp} = 0{,}18$ dm³/(s. cm²); $\tau_0 = 60$ mgf/cm² $= 60 \cdot 10^{-6}$ daN/cm²; $\eta_p = 25$ cP $= 25 \cdot 10^{-8}$ daN · s/cm² (s-a acceptat $g = 10$ m/s²).

Soluție. Cu ajutorul relației experimentale (7) se găsește:

$$Q = 0{,}2 \cdot 3{,}94^2 + 0{,}6 \cdot 3{,}94 = 5{,}47\ \text{dm}^3/\text{s},$$

iar din formula (4), pentru $Q_{sp} = 0{,}18$ dm³/s · cm², se obține:

$$Q_{deg} = 0{,}18\frac{\pi}{4}(10^2 - 8^2) = 5{,}09\ \text{dm}^3/\text{s}$$ (unde s-a considerat coeficientul neuniformității găurii de sondă $k = 1$). Se acceptă $Q = 5{,}47$ dm³/s.

Viteza ascensională a fluidului, conform relației (2), are valoarea:

$$v_1 = \frac{5{,}47 \cdot 10^3}{\frac{\pi}{4}(10^2 - 5^2)} = 92{,}8\ \text{cm/s}.$$

Apoi, cu ajutorul relației (9), se determină mărimea:

$$d_0 = \frac{6 \cdot 1{,}8 \cdot 60 \cdot 10^{-6}}{(2{,}5 - 1{,}25) \cdot 10^{-6}} = 0{,}52\ \text{cm} = 5{,}2\ \text{mm}$$

(unde din fig. 3 s-a citit $m = 1{,}8$).

Conform relației (8):

$$a = \frac{d}{d_0} = \frac{15}{5{,}2} = 2{,}88 < 3,$$ ceea ce arată că regimul de învăluire a particulei de detritus este laminar.

Cu ajutorul relației (11) se determină:

$$\psi(a) = 0{,}023 \cdot 2{,}88^2 - 0{,}026 \cdot 2{,}88 = 0{,}11,$$

iar din formula (10) rezultă:

$$v_r = \frac{60 \cdot 10^{-6} \cdot 1{,}5}{25 \cdot 10^{-8}} \cdot 0{,}11 = 39{,}6 \text{ cm/s}.$$

Se ia $\alpha = 1$ (fiind vorba de viteze relativ mari ale fluidului de foraj) și relația (1) ne conduce la:

$$v = 92{,}8 - 39{,}6 = 53{,}2 \text{ cm/s}.$$

Pentru $d_0 = 5{,}2$ mm, valoarea lui d până la care se poate considera $v_r \simeq 0$, rezultă din:

$$\frac{d}{d_0} = 1{,}13,$$

$$d = 1{,}13 \cdot 5{,}2 = 5{,}87 \text{ mm}.$$

Timpul necesar particulei de detritus să ajungă la suprafață de la adîncimea $H = 1\,400$ m este:

$$t = \frac{1\,400 \cdot 10^2}{53{,}2} = 2\,631{,}58 \text{ s} = 43{,}8 \text{ min}.$$

E x e m p l u 2. Dacă, în condițiile din exemplul precedent, $d = 25$ mm, care este viteza relativă de cădere a particulelor de detritus în fluidul de foraj? Se va utiliza reograma din figura 7.

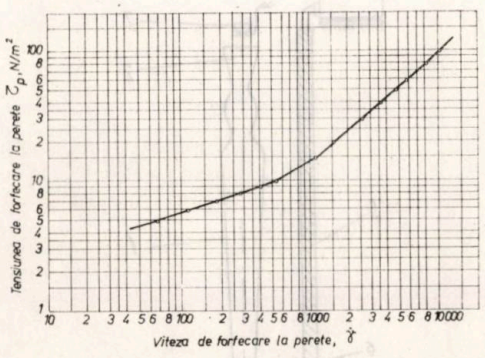


Fig. 7

S o l u ț i e. Din figura 3 se citește $m = 1{,}59$ și cu ajutorul relației (9) se determină:

$$d_0 = \frac{6 \cdot 1{,}59 \cdot 60 \cdot 10^{-6}}{(2{,}5 - 1{,}25) \cdot 10^{-3}} = 0{,}458 \text{ cm} = 4{,}58 \text{ mm}.$$

Conform relației (8):

$$a = \frac{d}{d_0} = \frac{25}{4{,}58} = 5{,}45,$$

și, prin urmare, regimul de învăluire a particulelor poate fi tranzitoriu sau turbulent. În acest sens se calculează viteza de deformare critică cu ajutorul relației (17):

$$\dot{\gamma}_c = \frac{164{,}4}{25 \cdot 10^{-3} \sqrt{12\,500}} = 58{,}8 \text{ s}^{-1}.$$

Tensiunea de forfecare provocată de particulă știind că $\left(h = \frac{2}{3} d\right)$ este:

$$\tau_p = 0{,}68 \sqrt{16{,}6 \cdot 10^{-3} (25\,000 - 12\,500)} = 9{,}8 \text{ N/m}^2.$$

Din reogramă se citește $\dot{\gamma} = 510 \gg \dot{\gamma}_c$, ceea ce arată că regimul de învăluire a particulei este turbulent și, ca urmare, folosind relația (16), rezultă:

$$v_r = 6{,}07 \frac{9{,}8}{\sqrt{12\,500}} = 0{,}532 \text{ m/s} = 53{,}2 \text{ cm/s}.$$

Cu ajutorul relației lui Rittinger (citind din figura 6 $k = 2{,}64$ pentru particule de formă plată și $k = 3{,}65$ pentru particule sferice) se obține:

$$v_r = 2{,}64 \sqrt{\frac{25 \cdot 10^{-3} (25\,000 - 12\,500)}{12\,500}} = 0{,}417 \text{ m/s} = 41{,}7 \text{ cm/s},$$

respectiv:

$$v_r = 3{,}65 \sqrt{\frac{25 \cdot 10^{-3} (25000 - 12500)}{12\,500}} = 0{,}577 \text{ m/s} = 57{,}7 \text{ cm/s}.$$

Concluzii

1. Pentru a completa pozitiv informațiile date de carote, trebuie estimată, cu mare precizie, viteza ascensională a particulelor de detritus. În acest sens, trebuie determinată corect viteza relativă de cădere a particulelor de detritus în fluidul de foraj.

2. Viteza ascensională a fluidului se determină cu mare exactitate în condițiile găsirii unui debit care să asigure spălarea tălpii de detritus și evacuarea acestuia la suprafață. Relațiile (4)...(6), verificate în condiții de șantier, răspund bine problemei.

3. Pentru determinarea vitezei relative de cădere a particulelor de detritus se va apela la relația (10), dacă regimul de învăluire a particulelor este laminar, sau la relațiile (15) și (16), pentru regimul tranzitoriu, respectiv turbulent.

4. Experimental, s-a constatat că excentricitatea garniturii de foraj are o influență minoră asupra capacității de transport a fluidului de foraj.

5. În condițiile regimului laminar, la viteze ascensionale ale fluidului de foraj, $v_1 \leq 45 \ldots 50$ cm/s, creșterea turației garniturii îmbunătățește transportul particulelor de detritus (!) La viteze mai mari ale fluidului, influența turației este neglijabilă.

Pentru regimurile de curgere tranzitoriu și turbulent se acceptă, pentru coeficientul care ia în considerare efectul rotirii garniturii de foraj, valoarea obținută $\alpha = 1{,}13 \ldots 1{,}14$.

Un lucru important pentru cercetările viitoare, privind coeficientul α, este acela de a lua în considerare concentrația volumetrică a particulelor.

Bibliografie

[1] Avram, L. *Câteva aspecte privind hidraulica sapei în condiții de șantier.* Mine, Petrol și Gaze, nr. 2, 1983.

[2] Hopkin, E. A. *Factors affecting cutting removal during rotary drilling.* J.P.T., iunie 1967.

[3] Iordache, G. *Foraje speciale.* Ed. tehnică, 1975

[4] Macovei. N. *Hidraulica forajului.* Ed. tehnică, 1982

[5] Thomas, R. P., Azar, J. J., Becker, E. T. *Drillpipe Eccentricity Effect on Drilled Cuttings Behavior in Vertical Wellbores,* J.P.T., sept. 1982.

[6] Șișcenko, R. I., Esman, B. I. *Practiceskaȷ ghidravlika v burenii.* Moskva, Nedra, 1966.

Posibilități îmbunătățite de efectuare a analizelor granulometrice

Șef lucr. dr. ing. **M. Gheorghițoiu**
Institutul de petrol și gaze Ploiești

Generalități

Una din proprietățile rocilor colectoare care ne poate permite — dacă este determinată corect — caracterizarea rocii și din punctul de vedere al altor proprietăți, cum ar fi suprafața specifică sau chiar permeabilitatea [1], este compoziția granulometrică.

Cunoașterea procentului de fracție fină în urma efectuării analizei granulometrice ne conduce la aprecierea capacității rocii colectoare de a se bloca prin podirea particulelor minerale de dimensiuni mici mobilizate de mișcarea fazelor lichide care le udă [2].

Pentru a pune în evidență, pe această cale, capacitatea rocilor colectoare dintr-un zăcămînt din vestul Banatului de a se bloca în urma mobilizării fracției granulometrice fine de către fazele lichide în mișcare, a fost efectuată analiza granulometrică a 16 probe mecanice prelevate din acest zăcămînt.

A fost folosită, în acest scop, instalația de cernere a laboratorului de fizico-chimia zăcămintelor de hidrocarburi din I.P.G., care are o frecvență de 25 Hz și este echipată cu site D.I.N. pentru următoarele dimensiuni ale particulelor minerale: 0,6; 0,4; 0,3; 0,2; 0,1; 0,074 mm. Probele — nisipuri sau conglomerate slab consolidate — au fost curățate prin pierierea impurităților mecanice provenite din fluidul de foraj, spălate în benzen, uscate în etuvă la 105°C, dezagregate în mojar, cîntărite și cernute în instalația de cernere timp de o oră fiecare.

Cum în vederea realizării scopului propus, fracția fină ne interesează mai mult, în vederea analizării acesteia (respectiv fracția sub 74 μ), a fost conceput și realizat în cadrul catedrei de foraj-extracție din I.P.G. un aparat de analiză granulometrică prin sedimentare în medii lichide staționare. Acest aparat permite extragerea fracțiilor sedimentate fără a se întrerupe procesul de sedimentare și fără a se modifica volumul soluției în care are loc sedimentarea [3].

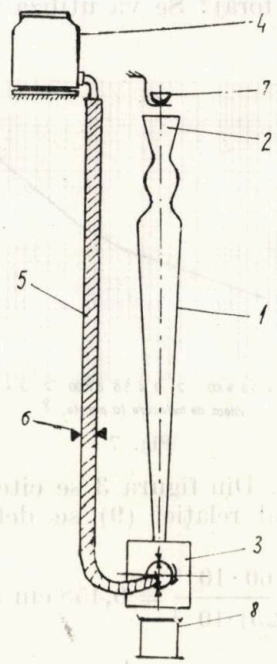


Fig. 1. Aparat de sedimentare:

1 — corp aparat; *2* — pîlnie de separare; *3* — dispozitiv de extras probe; *4* — rezervor de lichid; *5* — furtun de alimentare; *6* — cană de sticlă; *7* — dispozitiv de introdus probe; *8* — vas colector

Tabelul 1

Proba	0,8 mm	0,5 mm	0,35 mm	0,25 mm	0,15 mm	0,0875 mm	0,065 mm	0,0475 mm	0,030 mm	0,010 mm
$\frac{d_i + d_{i+1}}{2}$	$\Delta_i S\left(\frac{d_i + d_{i+1}}{2}\right) = \frac{\Delta_i M}{\sum_0^n \Delta_j M}$									
1	0,235	0,203	0,033	0,031	0,390	0,033	0,031	0,012	0,029	0,003
2	0,215	0,250	0,029	0,029	0,360	0,031	0,030	0,010	0,036	0,010
3	0,465	0,260	0,046	0,017	0,165	0,017	0,011	0,005	0,012	0,002
4	0,410	0,209	0,015	0,086	0,120	0,049	0,042	0,019	0,039	0,011
5	0,030	0,140	0,052	0,083	0,508	0,052	0,050	0,022	0,051	0,012
6	0,074	0,155	0,023	0,181	0,412	0,050	0,044	0,019	0,032	0,010
7	0,072	0,164	0,015	0,192	0,440	0,007	0,053	0,018	0,030	0,009
8	0,102	0,148	0,030	0,180	0,402	0,012	0,061	0,021	0,033	0,011
9	0,097	0,297	0,012	0,060	0,290	0,002	0,133	0,026	0,064	0,019
10	0,092	0,261	0,017	0,143	0,283	0,048	0,081	0,029	0,038	0,008
11	0,097	0,373	0,007	0,150	0,188	0,033	0,078	0,034	0,026	0,014
12	0,465	0,212	0,058	0,043	0,148	0,021	0,015	0,012	0,022	0,004
13	0,068	0,039	0,006	0,004	0,738	0,026	0,085	0,006	0,023	0,005
14	0,278	0,085	0,038	0,099	0,357	0,033	0,036	0,013	0,045	0,016
15	0,137	0,060	0,007	0,010	0,475	0,117	0,104	0,022	0,047	0,021
16	0,192	0,123	0,089	0,102	0,318	0,061	0,069	0,016	0,027	0,009

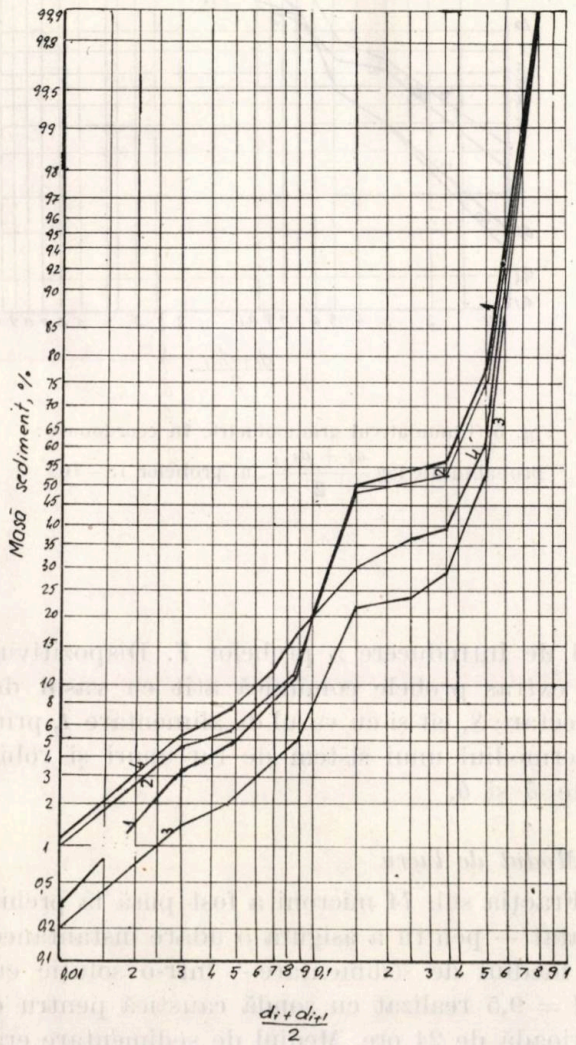


Fig. 2. Cumulativul granulometric în coordonate: probabilitate $\log \frac{d_i + d_{i+1}}{2}$, al probelor 1—4

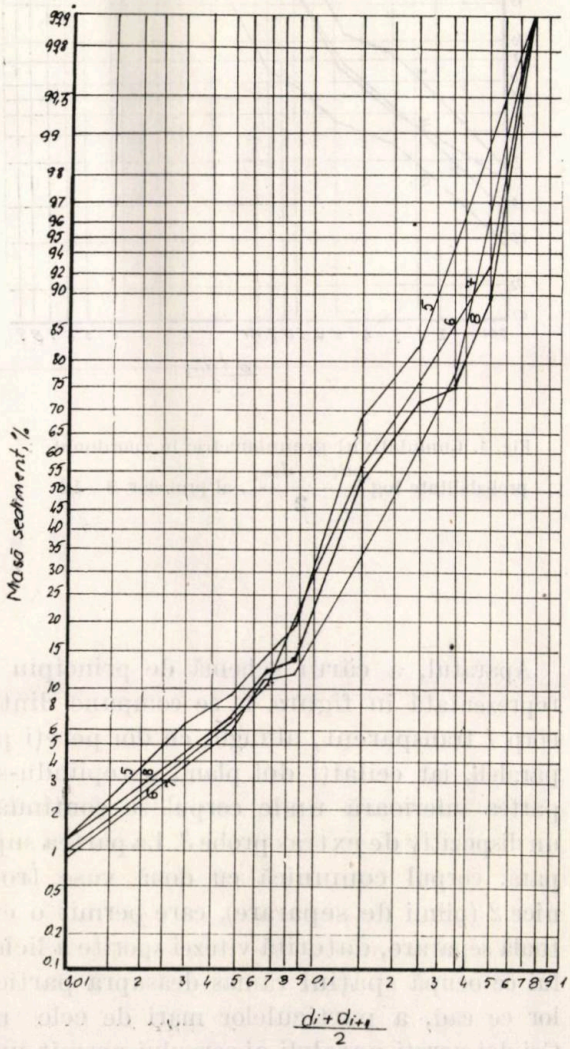


Fig. 3. Cumulativul granulometric în coordonate: probabilitate $\log \frac{d_i + d_{i+1}}{2}$, al probelor 5—8

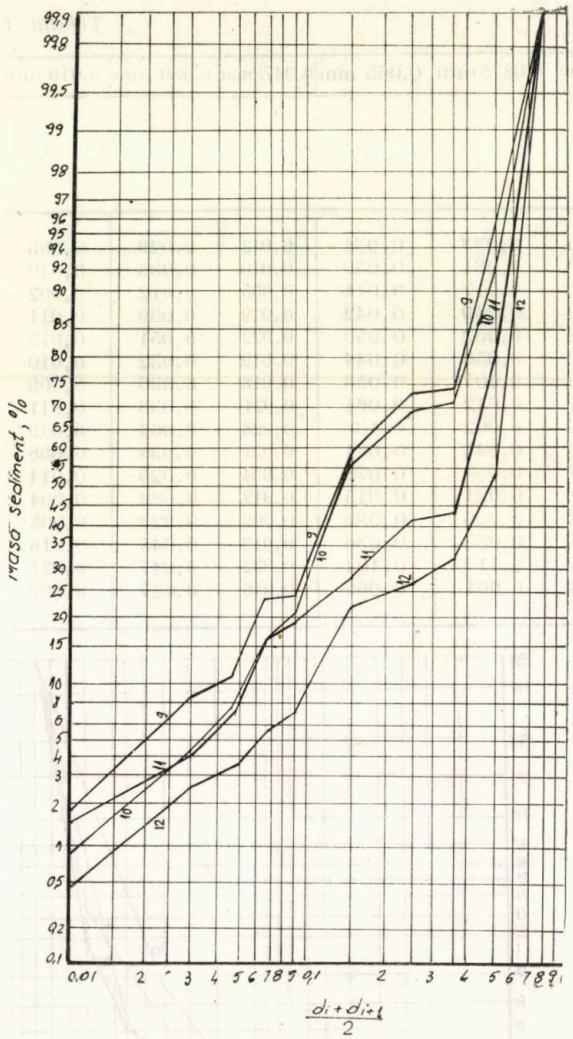


Fig. 4. Cumulativul granulometric în coordonate: probabilitate log $\frac{d_i + d_{i+1}}{2}$, al probelor 9—12

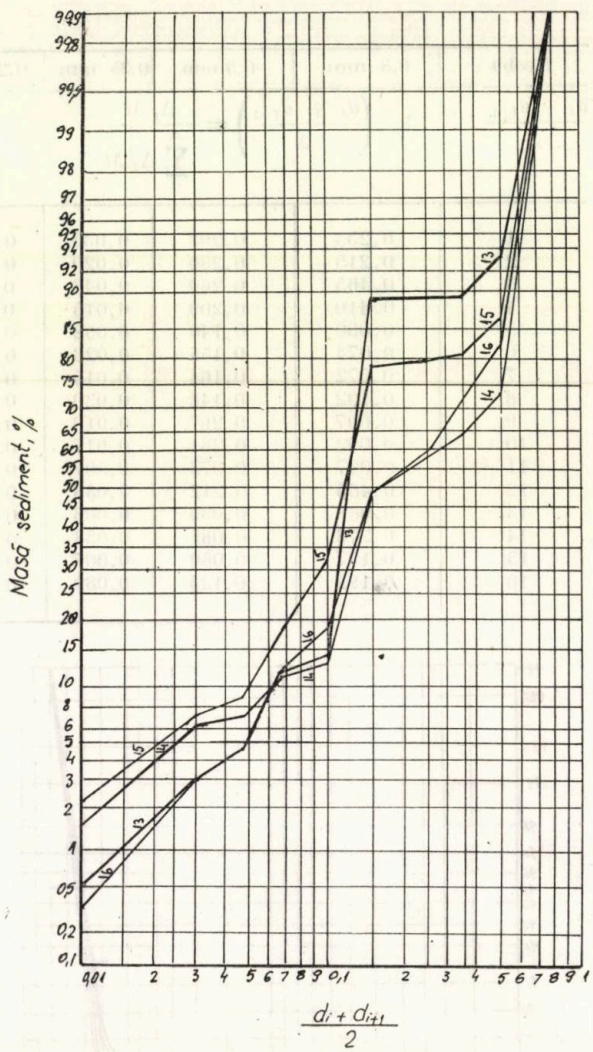


Fig. 5. Cumulativul granulometric în coordonate: probabilitate log $\frac{d_i + d_{i+1}}{2}$, al probelor 13—16

Aparatul, a cărui schemă de principiu este reprezentată în figura 1, se compune dintr-un corp *1* transparent, alungit, cu doi pereți plan-paraleli, iar ceilalți doi plani, apropiindu-se la partea inferioară unde corpul se continuă cu un dispozitiv de extras probe *3*. La partea superioară, corpul comunică cu două vase tronconice *2* (pîlnii de separare), care permit o eventuală separare, datorită vitezei sporite a lichidului ce ocupă spațiul rămas deasupra particulelor ce cad, a particulelor mari de cele mici. Cei doi pereți paraleli ai corpului permit urmărirea operației de sedimentare în condiții optice mai bune. Deasupra pîlniilor se află dispozitivul de introducere a probelor *7*. Dispozitivul de extras probele comunică atît cu vasul de colectare *8*, cît și cu vasul de alimentare *4*, prin intermediul unui sistem de furtunuri și robinete *5* și *6*.

Modul de lucru

Fracția sub 74 microni a fost pusă la prehidratat — pentru a asigura o udare instantanee în mediul de sedimentare — într-o soluție cu $pH = 9{,}5$ realizat cu sondă caustică pentru o perioadă de 24 ore. Mediul de sedimentare era format din aceeași soluție folosită la prehidratare care are bune proprietăți dispersante.

Au fost separate următoarele fracţii: 74—55 μ; 55—40 μ; 40—20 μ; sub 20 μ în următorul mod:

— soluţia de sedimentat este trecută din rezervorul *4* în vasul *1* şi pîlniile *2* prin dispozitivul *3*;

— proba prehidratată este trecută la suprafaţa lichidului în pîlniile *2* prin spălare, în aşa fel încît să treacă toată o dată şi să nu fie împinsă în jos, pornindu-se în acelaşi moment cronometrul;

— cînd este epuizat timpul de sedimentare a unei anumite fracţii granulometrice (după legea lui Stokes), aceasta este prelevată cu ajutorul dispozitivului *3* şi trecută într-un vas *8*, prin rotirea dispozitivului cu 180 grade;

— dispozitivul este rotit apoi încă 120 grade, se scoate aerul din el pe măsură ce este umplut cu soluţie de sediment şi adus din nou în poziţia de prelevat probe;

— proba extrasă este trecută prin hîrtia de filtru cîntărită în prealabil şi pusă la uscat;

— probele puse la uscat sînt cîntărite, iar cu masele lor se calculează fracţiile $\Delta_i S$ prin raportarea masei unei fracţii la masa întregii probe supuse sedimentării: $\Delta_i S = \frac{\Delta_i M}{\sum_0^n \Delta_j M}$ ca şi la cernere [1].

Rezultatele separării în fracţii granulometrice sînt trecute în tabelul 1 şi reprezentate în figurile 2—5 sub formă de curbe cumulative în coordonate: probabilitate $\log \frac{d_i + d_{i+1}}{2}$.

Din analizarea tabelului 1 rezultă că toate probele conţin, în cantităţi mari, granule cu dimensiuni mari (peste 0,4 mm), iar pentru diametrul mediu 0,15 mm prezintă un maxim. Cu excepţia probei nr. 11, prezintă un maxim şi pentru diametrul mediu 0,030 mm.

Plecînd de la scopul principal urmărit prin această analiză, putem afirma că probele 4; 5; 8; 9; 11; 14; 15, conţinînd peste 1% fracţie cu dimensiunea sub 20 μ, sînt susceptibile de blocare prin mobilizarea şi podirea particulelor fine sub acţiunea fazelor lichide care curg în rocile din care au fost prelevate. Acest lucru reiese foarte clar şi din figurile 2—5. Nu am ţinut cont, în această interpretare, de doi factori şi anume: natura mineralogică a acestei fracţii fine şi distribuţia acestei fracţii în raport cu sistemul de pori, factori care au o pondere foarte mare în apariţia fenomenelor de blocaj în rocile colectoare limitrofe sondei.

În vederea stabilirii existenţei unor aspecte comune ale diferitelor moduri de interpretare a analizelor granulometrice, s-au calculat, pe baza diferitelor criterii, diametrele echivalente ale granulelor rocilor analizate din punctul de vedere al capacităţii colectoare, al suprafeţei specifice şi al permeabilităţii absolute.

Tabelul 2

Diametrul echivalent / Proba	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Capacitate colect. $\sigma_e = \sigma_{10}$	0,083	0,074	0,115	0,063	0,052	0,067	0,063	0,058	0,040	0,053	0,055	0,10	0,062	0,060	0,049	0,062
Suprafaţa specifică $\frac{1}{\sigma_e} = \sum_0^n \frac{\Delta_i S}{\sigma_i}$	0,1697	0,152	0,288	0,163	0,112	0,131	0,136	0,131	0,104	0,131	0,137	0,239	0,123	0,129	0,094	0,152
Permeabil. absolută $\frac{1}{\sigma_{ex}^2} = \sum_0^n \frac{\Delta_i S}{\sigma_i^2}$	0,10	0,076	0,141	0,073	0,066	0,074	0,077	0,072	0,056	0,075	0,067	0,110	0,086	0,064	0,055	0,096

Rezultatele au fost trecute în tabelul 2.

Din interpretarea tabelului 2, din punctul de vedere al diametrelor echivalente teoretice, reiese că probele cu o mare susceptibilitate de apariţie a blocajului au, în acelaşi timp, atît o capacitate colectoare mică, cît şi diametre echivalente din punctul de vedere al suprafeţei specifice sau permeabilităţii absolute foarte mici, fapt ce reflectă buna corelare între rezultatele diferitelor metode de interpretare a analizei granulometrice.

În concluzie, considerăm oportună folosirea analizei granulometrice, în această manieră, asupra carotelor mecanice prelevate din strate productive, datorită informaţiilor bogate pe care ni le pune la dispoziţie într-un timp scurt.

Bibliografie

[1] Manolescu, G., Soare, E. O. *Fizico-chimia zăcămintelor de hidrocarburi.* Ed. didactică şi pedagogică, 1981.

[2] Muecke, T. W. *Formation fines and factors controlling theyr movement in porous media.* J.P.T., february 1979

[3] Gheorghiţoiu, M. *Aparat pentru efectuarea analizei granulometrice a materialelor pulverulente în medii lichide staţionare.* Dosar OSIM Nr. 110559

[4] Gheorghiţoiu, M. *Contribuţii la cunoaşterea influenţei unor factori mineralogo-petrografici particulari asupra proceselor de blocare a productivităţii stratelor şi asupra tratamentelor pentru combaterea acestora.* Teză de doctorat, I.P.G. Ploieşti, 1983.

P. Ivanov **Analiza faciesurilor transformărilor hidrotermale e rocilor înconjurătoare corpurilor de minereu.** Nauka, oscova, 1984.

În Editura *Nauka* din Moscova a apărut, de curînd, lucrarea profesorului Ivan Pavlovici Ivanov, directorul adjunct al Institutului de Mineralogie Experimentală al Academiei de Ştiinţe din U.R.S.S.

Profesorul Ivanov este un remarcabil om de ştiinţă, continuator al şcolii create de academicianul D. S. Korjinski în domeniul cercetării proceselor fizico-chimice ale alteraţiilor hidrotermale, printre ai cărei elevi se numără şi profesorul V.A. Jarikov, directorul institutului.

Lucrarea reprezintă o monografie în care se tratează următoarele probleme mai importante :

- rezultatele cercetării fazelor stabile ale mineralelor din sistemul $Na-K-Al-Si-H_2O$, care simulează transformările hidrotermale zonare în rocile înconjurătoare bogate în silicaţi de aluminiu;
- evaluarea cantitativă a celor mai simple soluţii de hidrosaramuri aflate în echilibru mineralogic şi paragenetic cu rocile înconjurătoare;
- analiza completă a faciesurilor hidrotermale din sistemul alumosilicaţilor, în funcţie de temperatura, concentraţia soluţiilor în K_2O, Na_2O, Al_2O_3, SiO_2 şi valoarea p*H*-ului.

Pe baza acestor consideraţii, autorul separă principalele tipuri de zonalităţi complete ale alteraţiilor hidrotermale în rocile-gazdă din jurul corpurilor de minereu; prezintă, de asemenea, unele aspecte ale mineralogenezei în legătură cu activitatea soluţiilor hidrotermale postmagmatice şi rezultatele privind condiţiile fizico-chimice de formare a metasomatozei acide a alumosilicaţilor.

În lucrare se abordează, de asemenea, aspectele teoretice ale cineticii şi dinamicii proceselor geochimice. Se subliniază faptul că în prezent rezultatele cercetărilor nu au depăşit nivelul investigaţiilor cu caracter general şi, ca atare, nu pot fi aplicate pentru calcularea numerică a unor procese concrete. De asemenea, cu excepţia unor lucrări publicate, nu s-au avut în vedere problemele fundamentale ale teoriei lui D.I. Korjinski, care permit modelarea unor experienţe fizico-chimice concrete privind procesele metasomatice. Totodată au o legătură directă cu studierea petrografică tradiţională a transformărilor hidrotermale postmagmatice ale rocilor înconjurătoare pe baza analizei paragenezelor mineralogice.

Lucrarea lui I.P. Ivanov vine să completeze acest domeniu de cercetare. Ea reprezintă o încercare de a introduce în studiul fenomenelor geologice metode de analiză a faciesurilor în transformările hidrotermale a rocilor înconjurătoare cu un conţinut ridicat de SiO_2 (metasomatoză acidă), avînd la bază cunoaşterea proceselor fizico-chimice.

În prima etapă de investigare s-a folosit sistemul $Na_2O-K_2O-Al_2O_3-SiO_2-H_2O$. Acest sistem ar reprezenta simularea unor roci constituite din şisturi cuarţitice-sericitoase, aleurolite, cu toate produsele lor de transformare secundară acidă.

Modelul de studiu menţionat permite rezolvarea succesivă a o serie de probleme cum ar fi :

1 — analiza topologică a tuturor echilibrelor minerale din sistemul : $Na_2O-K_2O-Al_2O_3-SiO_2-H_2O$;

2 — analiza paragenezelor mineralogice pe baza diagramelor obţinute;

3 — cercetarea zonalităţii care apare în legătură cu metasomatoză proceselor metamorfice ale rocilor cu aluminosilicaţi;

4 — modelarea tipurilor principale de zonalităţi metasomatice complete.

În lucrare sînt date coloanele complete ale proceselor metasomatice pe baza calculelor cantitative. În fiecare coloană se reflectă toate zonele — de la cele mai simple — monominerale pînă la zone formate din patru minerale. Aceste coloane s-au elaborat pentru trei tipuri principale de zonalităţi metasomatice. Zonele cu parageneze formate din două minerale încep în următoarea ordine :

a — aluminosilicaţii, care nu conţin alcalii;
b — minerale micacee;
c — feldspaţi.

Introducerea programelor maşinilor electronice de calcul deschide calea cercetărilor teoretice şi experimentale a formaţiunilor hidrotermale cu noi posibilităţi principale de rezolvare. Aplicarea programelor electronice permite calculul numeric al echilibrelor minerale din sistemele mineralogice complicate ce corespund, pe deplin, sistemelor naturale. Aceasta dă posibilitatea să se rezolve, pe baza analizelor cantitative, rolul solubilizării, forma de transport şi depunere a compuşilor metalici şi petrogenetici.

Cu ajutorul acestor programe se poate modela mai întîi preliminar şi apoi să se treacă la experimentul definitiv pentru studierea echilibrelor minerale în sisteme hidrotermale complexe.

Lucrarea profesorului I.P. Ivanov cuprinde cinci capitole, după cum urmează.

Capitolul I tratează rezolvarea calculelor numerice în legătură cu problemele generale ale mineralogenezei.

Capitolul II prezintă rezultatele cercetărilor topologice în sistemul de minerale $Na_2O-K_2O-Al_2O_3-SiO_2-H_2O$.

Capitolul III prezintă rezultatele analizelor unor parageneze mineralogice obţinute.

Capitolul IV tratează fundamentarea şi concluziile asupra zonalităţii metasomatice pe baza calculelor corelate.

Capitolul V dezbate problemele în legătură cu rezultatele obţinute şi aplicarea lor la condiţiile naturale de formare a metasomatitelor acide în rocile cu aluminosilicaţi.

(Lucrarea poate fi consultată în biblioteca tehnică I.P.G.G.)

Dr. geol. **A. Gurău**

RECENZII

Apostol, Gh. **Tehnologii noi în valorificarea unor substanţe minerale utile.** Ed. tehnică, Bucureşti, 1984, format. A 5, 327 p., 20 lei

Lucrarea reprezintă o sinteză a noutăţilor tehnologice apărute la sfîrşitul deceniului opt şi începutul deceniului nouă, reflectînd actualul stadiu de dezvoltare a mineritului pe plan mondial.

Materialul cărţii este împărţit în cinci capitole:

1. Tendinţe noi în valorificarea substanţelor minerale utile
2. Tehnologii noi în exploatarea substanţelor minerale utile
3. Tehnologii noi în prepararea substanţelor minerale utile
4. Protecţia muncii. Procedee noi
5. Date privind resursele şi producţia minieră mondială

Dată fiind importanţa problemelor prezentate, capitolelor 2 şi 3 li s-a acordat un spaţiu mai mare, fiecare dintre acestea tratînd atît despre cărbune, cît şi despre minereuri.

Cartea se adresează specialiştilor din sfera de activitate productivă, din cercetare şi proiectare, putînd fi folosită şi de cei interesaţi din cadrul învăţămîntului tehnic.

Pentru elaborarea cărţii s-a folosit şi prezentat un bogat material bibliografic, care permite informarea cititorului despre tot ce este nou în domeniul valorificării substanţelor minerale utile, cartea avînd totodată şi o contribuţie la modernizarea tehnologiilor de lucru.

E.S.

Armăselu, V. **Îmbinarea, vulcanizarea şi repararea benzilor de transport.** Ed. tehnică, Bucureşti, 1984, format A 5, 258 p., 15,50 lei

Autorul îşi propune, prin această lucrare, să analizeze progresele tehnice realizate în construcţia benzilor de transport şi căile de dezvoltare în viitor, metodele moderne, succesele tehnice realizate în ţară şi pe plan mondial în domeniul benzilor de transport, avariile şi defecţiunile la care sînt supuse acestea în timpul exploatării, precum şi lucrările de întreţinere şi reparaţii ce trebuie efectuate pentru prevenirea acestor defecţiuni.

Se prezintă, de asemenea, procedeele tehnologice de remediere a acestora, echipamentele, sculele şi dispozitivele necesare operaţiilor de îmbinare şi reparare a benzilor, regimurile de funcţionare defectuoasă a benzilor, cauzele şi măsurile de remediere, metodele de creştere a durabilităţii benzilor de transport, precum şi probleme privind organizarea, întreţinerea şi regenerarea lor.

Lucrarea cuprinde elemente de noutate şi cercetare în domeniul construcţiei, îmbinării şi reparării benzilor de transport cu inserţii textile şi cabluri de oţel, calculul benzilor transportoare şi stabilirea cheltuielilor specifice acestora.

Cartea, rod al unei îndelungate documentări, este împărtită în nouă capitole, iar acestea în mai multe subcapitole.

Prin conţinutul ei, cartea se adresează, într-o măsură egală, tuturor celor chemaţi să proiecteze, să confecţioneze, să exploateze, să întreţină şi să repare benzile de transport, cît şi celor care efectuează, supraveghează, conduc sau coordonează activităţi legate de transportul cu benzi.

E.S.

Costin, I. **Îndrumătorul mecanicului de la exploatarea, întreţinerea şi repararea utilajelor de foraj.** Ed. tehnică, Bucureşti, 1984, format A 5, 288 p., 17,50 lei

În condiţiile actuale ale creşterii diversificării şi complexităţii utilajelor din cadrul instalaţiilor moderne de foraj, este necesară şi o pregătire mult mai complexă a personalului de exploatare şi întreţinere a acestor instalaţii.

Cartea răspunde tocmai acestor cerinţe foarte importante, adresîndu-se mecanicilor de exploatare, întreţinere şi reparaţii de la schelele de foraj, precum şi maiştrilor şi tehnicienilor care lucrează în acest domeniu,.

Lucrarea prezintă descrierea, transportul, montajul, punerea în funcţiune, exploatarea, controlul şi întreţinerea utilajelor de foraj, precum şi a altor instalaţii din schelele de foraj. Se explică în mod ştiinţific, cît mai accesibil, cauzele defecţiunilor posibile, în vederea consolidării cunoştinţelor personalului chemat să răspundă de buna funcţionare a instalaţiilor tot mai complexe.

În capitole corespunzătoare se prezintă atribuţiile mecanicului de întreţinere, noţiuni generale de mecanică, exploatarea şi întreţinerea organelor de maşini, a utilajelor de foraj şi a pompelor de noroi, a motoarelor diesel, reţelele de conducte, problema recondiţionării de piese şi a recuperării de materiale, clasificarea şi ciclurile de reparaţie, norme de protecţia muncii şi paza contra incendiilor.

E.S.

INFORMAŢII

CONTRIBUŢII ROMÂNEŞTI LA AL 27-LEA CONGRES INTERNAŢIONAL DE GEOLOGIE

Între 4 şi 14 august 1984, s-au desfăşurat la Moscova lucrările celui de-al 27-lea Congres Internaţional de Geologie, amplă manifestare ştiinţifică, la care au participat aproape 4 000 de specialişti de pe toate continentele.

Beneficiind de o organizare ireproşabilă, precedată şi urmată de interesante deplasări pe teren, lucrările congresului au cuprins toate domeniile ştiinţelor geologice, de la cele clasice, paleontologice, stratigrafice, la sedimentologie, tectonică, petrologie, mineralogie, geochimie, hidrocarburi, cărbuni, pînă la domenii recente privind structura de profunzime a scoarţei şi metodele de investigare a ei, geologia bazinelor oceanice, aerogeologie, teledetecţie, planetologie, geomatematică, geoinformatică, istoria geologiei şi învăţămîntul geologic.

Materialele prezentate au fost grupate în 22 secţii specializate, mai multe şedinţe plenare şi simpozioane.

Geologii români au contribuit cu numeroase lucrări, deosebit de interesante prin originalitatea lor şi posibilităţile de aplicare practică a rezultatelor. O bună parte dintre acestea au fost publicate într-un volum special din Anuarul Institutului de geologie şi geofizică — Ministerul Geologiei (vol. LXIV, Bucureşti, 1984, 475 pag.).

În cele ce urmează, se prezintă autorii şi titlurile lucrărilor româneşti înscrise, publicate în cele opt volume de rezumate ale congresului.

Stratigrafie-paleontologie

Balteş, N. — Palinofacies. Concept stratigrafic — paleoecologic şi instrument de explorare geologică.

Costea, I., Rosa Andorina, Demetrescu D. Studiul stratigrafic al senonianului inferior din Carpaţii Cricntali România

Iordan Magdalena Biostratigrafia silurianului şi devonianului din platformele Moldoveneşti şi Moesice (România).

Mészáros, N. Zone de nannoplancton în depozitele paleogene şi neogene din Bazinul Transilvaniei.

Moldovanu Maria Palinologia depozitelor terţiare din Depresiunea Panonică, România.

Muţiu, R. Stratigrafia depozitelor albiene din Platforma Moesică (sectorul românesc).

Olaru, L., Oniceanu, M. Palinologia unor formaţiuni cristalofiliene din Carpaţii Orientali româneşti.

Szász, L., Ion Jana Caracterizarea biostratigrafică a unor limite în intervalul cenomanian-coniacian.

Turculeț, I. Asociații de moluște și brahiopode triasice din Carpații Orientali românești și poziția lor în contextul biostratigrafic general alpino-carpatic.

Sedimentologie

Anastasiu, N., Jipa, D. Arii sursă ale depozitelor assintice de fliș din masivul central al Dobrogei.

Balteș, N., Stănculescu Constanța Medii de sedimentare în molasa miocenă din Moldova

Dicea, O. și un colectiv din IPGG-București Paradigme structural-depoziționale ale formațiunilor panoniene din sectorul românesc al Depresiunii Panonice deduse prin analiza și interpretarea prospecțiunilor seisme de reflexie.

Grădinaru, E. Geologia jurasicului din Dobrogea nordică

Jipa, D. Structuri de progradare la scară mare în Carpații românești: fapte și ipoteze.

Mihăilescu, N., Rogojină C. Un model de sedimentare fluviatilă — Delta Dunării.

Stănculescu Constanța Noi elemente structural-genetice în molasa miocenă din Moldova.

Vinogradov, C., Popescu Mircea Faciesuri carbonatice în paleozoicul Platformei Moesice.

Geologia bazinelor oceanice

Savu, H. și un colectiv de la IGG și IPGG-București Tendințe ale diferențierii magmei tholeiitice în complexul daicului stratificat din zona Mureș (România).

Tectonică

Dicea, O. și un colectiv de la IPGG-București Model structural al formațiunilor paleogen-neogene din partea vestică a Depresiunii Getice și evoluția raporturilor dintre Depresiunea Getică și Platforma Moesică.

Gurău, A. Semnificația structogenetică a datelor microtectonice în regiuni cu metamorfism suprapus (Exemple din Carpații Meridionali).

Lupu, M. Probleme ale marginii continentale europene în aria transilvan-panoniană.

Pavelescu, L., Nițu Gh. Unele trăsături caracteristice ale Carpaților Meridionali.

Săndulescu M. Modele geotectonice alpine comparate.

Ștefănescu M. Interpretarea genezei faliilor de încălecare dintr-un segment al lanțului alpin—Carpații Orientali.

Geofizică

Beșuțiu, L. Reflexia nivelului bazaltic în anomalia regională a cîmpului geomagnetic pe teritoriul românesc.

Bordea, I., Moldoveanu, R., Tudorache, C. Aspecte privind analiza seismică a barajelor (România).

Cornea, I., Popescu, N., Lăzărescu, V. Concluzii principale asupra cutremurelor de pămînt din România în timpul secolului 20: concluzii seismotectonice.

Crețu, I. și un colectiv din IGG București — Resursele geotermale ale României.

Cristian, M. Asupra aplicării și interpretării măsurătorilor geoelectrice cu scopul evidențierii mineralizațiilor hidrotermale metalice.

Gaspar, R. și un colectiv de la IPGG-București Aplicarea metodei profilului slalom într-o zonă cuprinsă între Valea Dîmboviței și Valea Buzăului (România).

Petrologie

Balintoni, I. Polimetamorfismul, o discuție bazată pe exemple din Carpații românești.

Berbeleac, I., Ștefan, A. Structura minereului din zăcămîntul masiv de sulfură de Fe de la Altîn Tepe, Dobrogea, România.

Bercia, I., Hârtopanu, I., Seclăman, M. Curbe de isorelație a mineralelor, o metodă concretă în studierea condițiilor de metamorfism.

Berza, T. și un colectiv de la IGG-București—Metamorfism dinamic și retrograd. Exemple din Carpații românești de sud.

Pop, N. și un colectiv de la ICITPMN, IPEG Maramureș, IGG București — Un complex magmatic bimodal de vîrstă neogenă, Tibleș, Carpații Orientali, România.

Rădulescu, L. Continuitate, periodicitate și episodicitate în procesele de geneză a magmei asociate închiderii oceanului alpin în aria carpatică.

Răduț, M. și un colectiv de la IPGG București, IPEG Maramureș, Universitatea din București — Modele fizico-chimice privind rocile neocruptive din aria Baia Mare: O contribuție la studiul unor structuri metalogenetice.

Russo-Săndulescu Doina și un colectiv de la IGG București — Roci magmatice neocretacice-paleogene de subducție în Carpații românești — raporturi mutuale, succesive și repartiție areală.

Iancu Viorica și un colectiv de la IGG București—Criterii complexe de separare ale formațiunilor slab metamorfozate. Un exemplu: Carpații Meridionali.

Strutinski, C. Unele aspecte privind geneza aplitelor.

Strutinski, C. și un colectiv de la IPEG Banatul, ICITPMN Maramureș—Cloritizarea biotitului și comportarea acestuia la vîrstele pe baza K-Ar al unor magmatite alpine din masivul Poiana Ruscă.

Ianovici, V., Neacșu Gh., Neacșu Vasilica Minerale argiloase interstratificate din Munții Harghita, România.

Jude R., Jude Lidia Brecii eruptive asociate unor magmatite terțiare din România.

Pomârleanu V., Pomârleanu-Neagu Eleonora Incluziuni fluide în calcitul hidrotermal și semnificația lor în crisalogeneză.

Mineralogie

Hârtopanu I., Seclăman, M. Dinamica echilibrului geosuprafețelor paragenezelor minerale.

Udubașa Gh. Tipomorfismul unor minerale metalifere și o clasificare P_vT a unor depozite metalifere.

Metalogeneza și zăcămintele de minereuri

Borcoș, M., Andrei J. Berbeleac, I. Zăcăminte neogene de minereuri „Porphyry-Copper" în Munții Metaliferi din Transilvania.

Stanciu Constantina Tipuri genetice de alterare hipogenică legate de vulcanismul neogen din Carpații Orientali, România.

Mîrza I. Factorul tectono-structural, un criteriu fundamental pentru conturarea provinciilor metalogenetice (petrometalogenetice). Exemplificări pe teritoriul României.

Cioflica Gr., Vlad S. Metalogenia alpină în România.

Boștinescu S. Sistemele „Porphyry-Copper" în Munții Apuseni de sud — România.

Petrol, gaze, cărbuni

Năstăseanu, S. Geologia principalelor depozite de cărbuni din România.

Paraschiv, D. Evoluția distribuirii cîmpurilor de hidrocarburi în Platiorma Moesică. Asupra degazeificării naturale a depozitelor petrolifer din România.

Geologie inginerească

Bomboe, P., Stroia Florica Estimarea riscului de alunecare a pantelor în argile consolidate, prin simulare stocastică.

Bordea, I. și un colectiv de la ISPH București Tendințe noi în investigarea geologică-inginerească a activității de construcție.

Pavelescu, L., Privighetoriță, C. Studiul structural și textural privind rocile cristaline și magmatice în Carpații Meridionali. Semnificație geologică inginerească.

Hidrogeologie

Gheorghe, A., Crăciun, P. Modele pentru interpretarea unor caracteristici hidrogeologice și termice ale structurilor geotermice situate în estul Depresiunii Panonice.

Geologie matematică și informație geologică

Bomboe, P., Mihnea, G. Energia informațională și evaluarea organizării seriilor sedimentare structurale.

Gheorghe, A., Scrădeanu, D. Metode hidrogeologice și probabilistice utilizate în studiul sistemelor de condensare a apei pentru depozitele de cărbuni.

Nicolae Balteș

I.C.P.P.G. Cîmpina

MINISTERUL PETROLULUI

INSTITUTUL DE CERCETARI SI PROIECTARI PENTRU PETROL SI GAZE - CIMPINA

EXECUTA PENTRU PARTENERII SAI:

STUDII

• studii geologice complexe privind elaborarea şi fundamentarea programului de lucrări de prospecţiune şi explorare în vederea stabilirii perspectivelor de hidrocarburi ale bazinelor sedimentare • studii de evaluare a rezervelor de prognoză şi industriale şi de prevedere a producţiei de hidrocarburi • studii şi documentaţii tehnice privind extracţia ţiţeiului şi gazelor din sonde/mine • studii privind interpretarea calitativă şi cantitativă a diagrafiilor de sondă, elaborarea de programe şi prelucrarea datelor la calculatoarele electronice • studii de exploatare a zăcămintelor de ţiţei şi gaze • studii asupra metodelor de recuperare • studii economice şi de optimizare • studii şi cercetări privind forajul sondelor, extracţia, transportul şi distribuţia gazelor naturale • procese şi aparate de ardere a gazelor naturale.

DOCUMENTATII TEHNICE

• documentaţii tehnice (engineering) privind colectarea, separarea, încălzirea cu flacără directă, desulfurarea, depozitarea şi transportul ţiţeiului, apei şi gazelor • documentaţii tehnice pentru instalaţiile de suprafaţă din şantiere • documentaţii tehnice privind amenajări de baze petroliere, instalaţii portuare pentru primirea şi expedierea ţiţeiului şi produselor petroliere • documentaţii tehnico-economice pentru investiţiile privind forajul sondelor, extracţia, distribuţia şi utilizarea gazelor naturale • documentaţii tehnice de instalaţii autotransportabile pentru intervenţie la sonde şi măsurători • documentaţii tehnice privind extracţia ţiţeiului prin minerit şi prelucrarea şisturilor petrolifere.

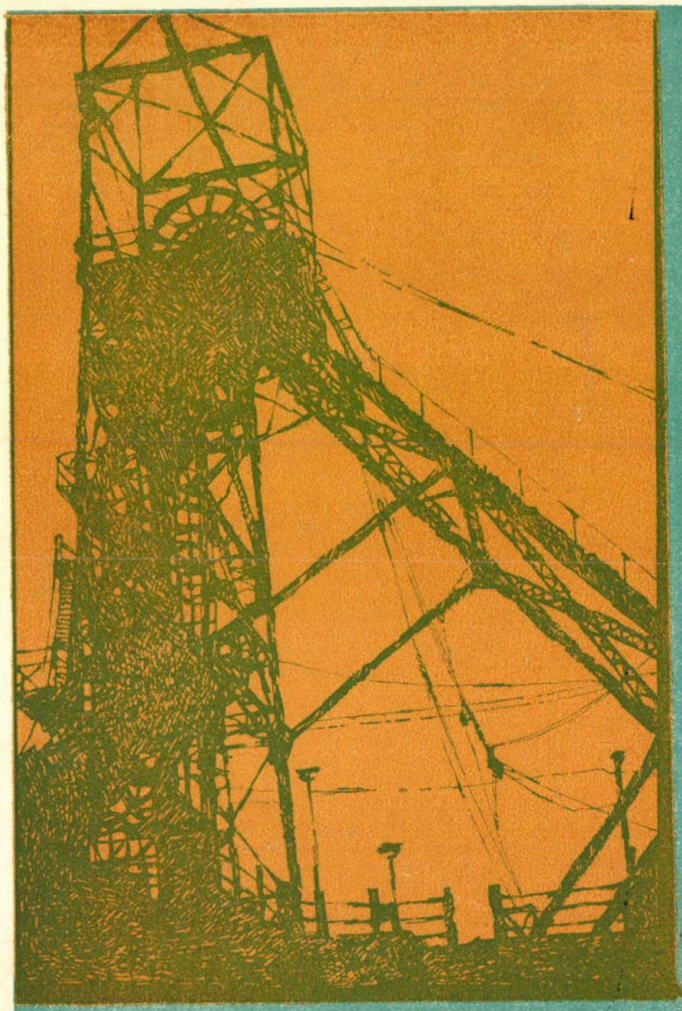
ANALIZE

• analize petrofizice (densitatea, susceptibilitatea şi orientarea magnetică) • analize petrografice-mineralogice (determinări microscopice în secţiuni subţiri ale mineralelor grele şi reziduurilor insolubile, granulometrii, conţinutul în carbonaţi, determinări în raze X, analize termodiferenţiale) • analize geochimice (determinarea elementelor anorganice, extracţii cu solvenţi, analize spectrografice, cromatografice, analize de ţiţei, apă şi gaze) • analize paleontologice (microfaunistice, macrofaunistice şi palinologice) • analiza diagrafiilor şi evaluarea formaţiilor • analize convenţionale şi speciale pentru carote (porozităţi, permeabilităţi, saturaţii în apă interstiţială, presiuni capilare, permeabilităţi relative etc). • analiza gazelor, condensatului, ţiţeiului şi apei extrase din sonde • analiza fluidelor de foraj şi pastelor de cimentare a sondelor.

ALTE ACTIVITATI

• măsurarea presiunilor şi a temperaturilor din sondele productive, analize P.V.T. • materiale noi (aditivi) pentru fluidele de foraj, pentru degajarea garniturii de foraj; paste de ciment, stimularea producţiei, dezamulsionarea, reducerea vîscozităţii şi tratarea ţiţeiului pentru transport, combaterea coroziunii, crustelor • dispozitive de control pentru activitatea de foraj, dispozitive de gaz-lift, aparate pentru evaluarea presiunii, temperaturii şi colectarea probelor de ţiţei şi gaze din sonde, mecanisme de ceasornic • aparate pentru determinarea presiunii de vapori şi densităţii gazolinei • aparate pentru determinarea stabilităţii electrice a emulsiilor inverse • prese pentru testarea rezistenţei pietrei de ciment • nivelmetre • instalaţii şi pompe de injecţie a chimicalelor pentru evacuarea lichidelor acumulate în gaura de sondă.

INSTITUTUL DE CERCETARI
SI PROIECTARI PENTRU
PETROL SI GAZE - CIMPINA
Str.Culturii 29
tel.31730, cod 2150

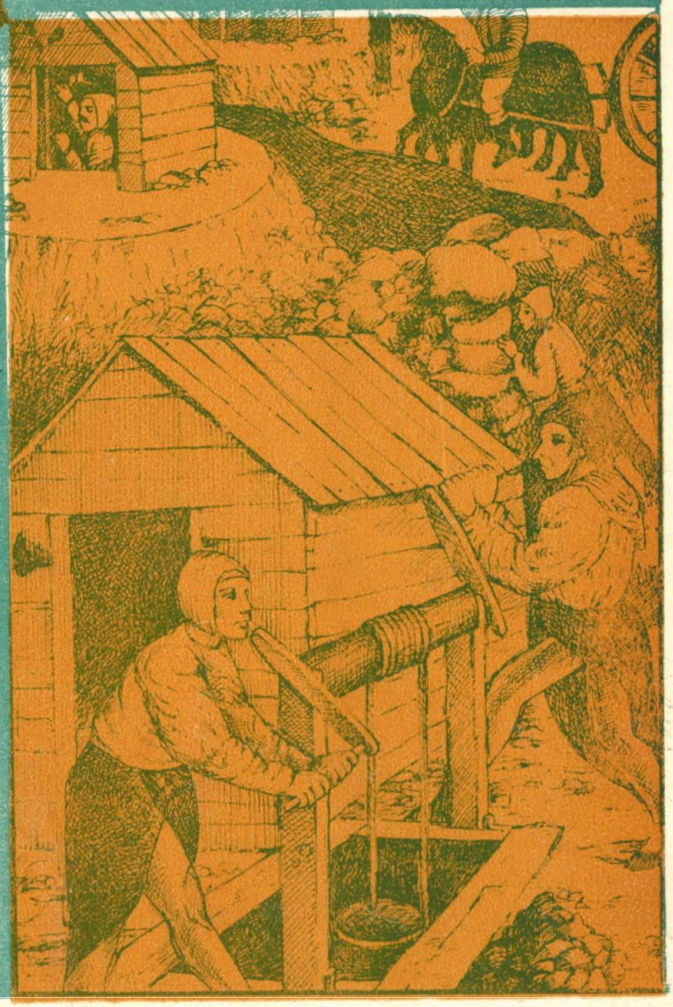


MINISTERUL MINELOR

CENTRUL DE CERCETĂRI PENTRU SECURITATE MINIERĂ PETROŞANI

PETROSANI, 2675, str. Dr. Petru Groza nr. 32-34, tel. 41621 - 41622

EXECUTA CERCETARI FUNDAMENTALE SI APLICATIVE IN DOMENIILE:
•• aeraj şi climatizarea minelor, ventilaţie industrială •• prevenirea şi combaterea pericolului acumulărilor de metan, a altor gaze şi pulberi explozive sau toxice, fenomene gazodinamice •• tehnologia lucrărilor de împuşcare, materiale explozive •• asigurarea condiţiilor de mediu la locurile de muncă - combaterea prafului, a zgomotului şi vibraţiilor •• prevenirea şi combaterea focurilor endogene •• normative, cauzalitatea accidentelor •• materiale de propagandă de protecţie a muncii (afişe, broşuri, diafilme) •• psihologia muncii în industria minieră •• electrosecuritatea în industria minieră •• verificarea şi atestarea protecţiei antiexplozive •• pericolul încărcării electrostatice •• instalaţii de automatizare, telecomunicaţii, telecontrol, manometre pentru industria minieră •• prevenirea, detectarea şi combaterea incendiilor •• combaterea poluării atmosferei de către industria minieră •• analize fizico-chimice, verificări avizări privind parametrii de securitate, expertize tehnice, asistenţă tehnică de specialitate •• salvare minieră.



1985 FEB 27

E 1445

MINE
PETROL
GAZE

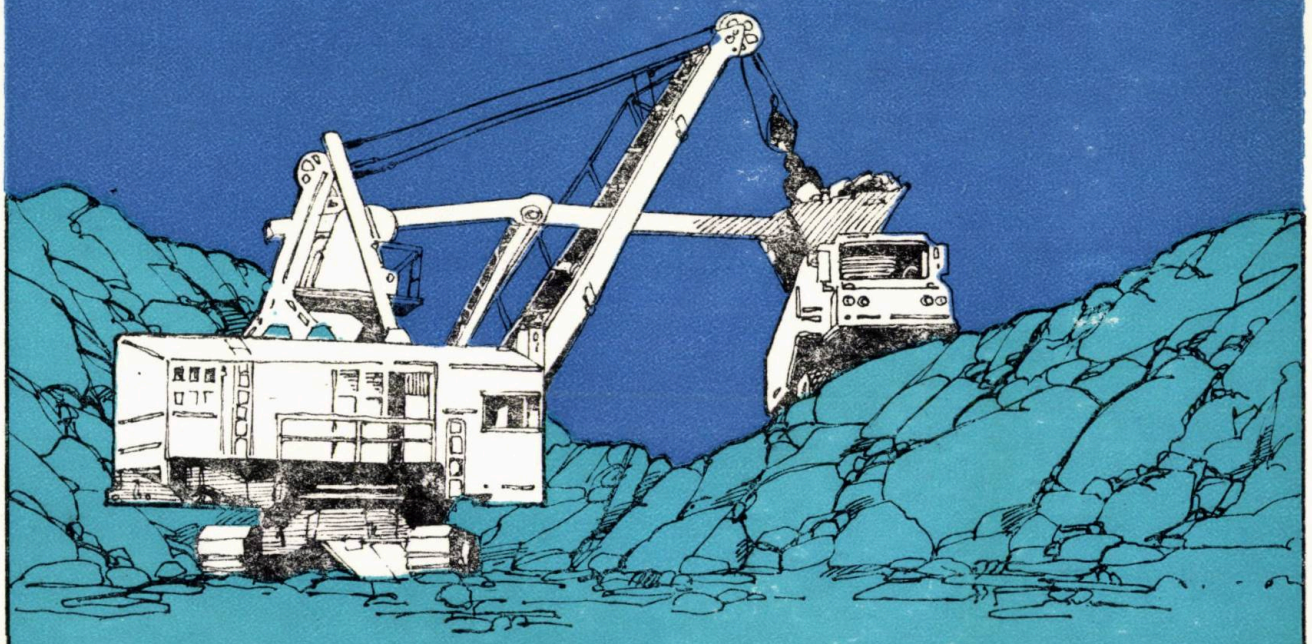
BUCUREȘTI - ROMÂNIA * Vol. 36, februarie 1985

2

ministerul minelor

CENTRALA SARII SI NEMETALIFERELOR

INTREPRINDEREA MINIERA DOBROGEA



produce şi livrează:

- Calcar de Mahmudia;
- Calcar de Corbu;
- Calcar de Băneasa;
- Diatomită măcinată şi granulată de Adamclisi;
- Dolomită granulată de Ovidiu;
- Bentonită diatomitică activată;
- Cuarţită de Dealu-Cerna;
- Cretă preparată;
- Argilă caolinoasă;
- Pirită 40%;
- Concentrat colectiv de plumb şi zinc;
- Concentrat cupros;
- Barită;
- Concentrat de fier.

I.M.Dobrogea, CONSTANŢA, str. N.Titulescu nr. 7, cod 8700

MINE, PETROL ŞI GAZE

ANUL XXXVI

Nr. 2 1985

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR ŞI MINISTERULUI PETROLULUI

CUPRINS

Vescan, D. **Cercetări pe modele din materiale echivalente a proceselor de deplasare a rocilor, generate de exploatarea subterană a lignitului. Ipoteza surpărilor succesive** 54

Muste, I. **Domenii de utilizare în lucrări miniere la zi, tehnologii de lucru şi calculul parametrilor încărcăturilor explozive amplasate în găuri de cuptor** 60

Ţiplea, V. **Contribuţia Uzinei de utilaj minier şi reparaţii Baia Mare la realizarea Sistemului de utilaje de perforat** 70

Iga, V. **Unele consideraţii asupra structurii şi dimensionării raţionale a personalului muncitor din subteran** 74

Gireadă, V. **Studiul litogeochimic al mineralizaţiilor de sulfuri polimetalice din formaţiunile seriei de Făgăraş din bazinul văii Capra — Munţii Făgăraş** 78

Li Hak Ung **Corelaţia între indicii geochimici-bituminologici ai rocilor pelitice din Pintenul de Văleni şi Pintenul de Homoriciu** 83

Avram, L., Mălureanu, I., Beca, C. **Citeva aspecte privind forajul şi exploatarea apelor geotermale** 88

Posea, N., Minoiu, St., Coman, C., Popeia, C. **Asupra calculului automat al masturilor de foraj** 94

Pavel, A. **Remedieri şi perfecţionări privind structura rezervoarelor sferice de 1 000 m³ pentru gaze lichefiate** 99

Recenzie

Informare

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. **VASILE SCRIPĂŢ**, preşedinte ; dr. ing. **GHEORGHE ALDEA** ; ing. **ŞTEFAN BENEA** ; dr. geol. **IOSIF BERCIA** ; ing. **TEODOR BORU** ; dr. ing. **GHEORGHE DONŢOV DANU** ; dr. ing. **IANCU GEANGĂLĂ** ; dr. ing. **FLOREA NEAGU** ; ing. **NICOLAE PANTILIE** ; **ELENA VRĂNCEANU**, redactor.

REZUMATE

C.Z. 622.834 :622.272 :622.332

V e s c a n, D. *Cercetări pe modele din materiale echivalente a proceselor de deplasare a rocilor, generate de exploatarea subterană a lignitului*

Ipoteza surpărilor succesive

Autorul propune ipoteza surpărilor succesive, ipoteză elaborată pe baza studierii pe modele din materiale echivalente a proceselor de deplasare, fisurare şi surparea rocilor, datorită exploatării subterane a lignitului din mai multe bazine miniere din România. Determinîndu-se parametrii geometrici ai acestor procese, conform ipotezei surpărilor succesive, cu ajutorul metodei G. N. Kuznețov, se calculează parametrii funcţionali — portanţa şi tasabilitatea — pe care trebuie să-i deţină susţinerea abatajelor. Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 2, 1985

C. Z. 622. 235.3 :622.271.3 : 622.23.02

M u s t e, I. *Domenii de utilizare în lucrări miniere la zi, tehnologii de lucru şi calculul parametrilor încărcăturilor explozive amplasate în găuri de cuptor*

Se prezintă tehnologia de impuşcare cu încărcături explozive amplasate în găuri cu cuptor în lucrări miniere la zi, aria de aplicabilitate a acesteia, influenţa pe care o au unele din proprietăţile fizico-mecanice ale rocilor şi substanţelor minerale utile, precum şi tehnologia de lucru şi calculul parametrilor încărcăturilor amplasate în găuri de cuptor. Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 2, 1985

C. Z. 622.233.05 : 658.58

Ţ i p l e a, V. *Contribuţia Uzinei de utilaj minier şi reparaţii Baia Mare la realizarea Sistemului de utilaje de perforat*

În vederea asimilării de utilaje miniere de perforat pentru lucrări în abataje, preabataje şi galerii, autorul prezintă trei tipuri de cărucioare de perforat, două instalaţii de perforat găuri medii şi lungi, în evantai, şi două tipuri de perforatoare grele, cu descrierea lor sumară, prezentarea schematică şi principalele caracteristici tehnice. Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 2, 1985

C. Z. 658.3 : 622.272 : 622.387

I g a, V. *Unele consideraţii asupra structurii şi dimensionării raţionale a personalului muncitor din subteran*

Se prezintă o nouă structură a personalului muncitor din subteran, ca fiind mai elastică situaţiei actuale. Întrucît în subteran munca nerepetitivă este mai puţin cuantificată, autorul prezintă o metodă de dimensionare a numărului de maiştri, stabilindu-se ştiinţific formaţia optimă ce poate fi condusă de maistru.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 2, 1985

C. Z. 550.4 : 553.44

G i r e a d ă, V. *Studiul litogeochimic al mineralizaţiilor de sulfuri polimetalice din formaţiunile seriei de Făgăraş din bazinul văii Capra — Munţii Făgăraş*

Se prezintă, pe scurt, evoluţia geologică şi mineralizaţiile din regiune, metodica lucrărilor executate şi rezultatele obţinute prin lucrările de prospecţiuni geochimice executate în bazinul superior al văii Capra, lucrări care au pus în evidenţă mai multe niveluri calcaroase ce prezintă mineralizaţii zinco-plumbifere-piritoase stratiforme metamorfozate. Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 2, 1985

C. Z. 551.781.5 : 553.98

L i H a k U n g *Corelaţie între indicii geochimici-bituminologici ai rocilor pelitice din Pintenul de Văleni şi Pintenul de Homoriciu*

Din analiza zonei cercetate, autorul ajunge la concluzia că în această depozitele oligocene au prezentat o cantitate de material organic mai mare decît cele eocene, fapt care a condus la formarea de depozite bogate în hidrocarburi.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 2, 1985

C. Z. 622.24 : 553.78

A v r a m, L., M ă l u r e a n u, I., B e c a, C. *Citeva aspecte privind forajul şi exploatarea apelor geotermale*

Autorii oferă citeva răspunsuri la unele probleme pe care le ridică forajul şi exploatarea resurselor geotermale, pe baza unei documentări geologice şi geofizice.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 2, 1985

C. Z. 622.24.05 : 681.14

P o s e a, N. *Asupra calculului automat al masturilor de foraj*

Solicitările puternice la care este supus mastul în timpul funcţionării, precum şi rolul important pe care acesta îl are în cadrul instalaţiei de foraj impun efectuarea unui calcul exact al stării de deformaţii şi tensiuni în elementele structurii. Acest calcul nu poate fi efectuat decît utilizînd programe adecvate pentru calculatoarele electronice, a căror folosire pentru calculul masturilor permite optimizarea structurii, fapt care conduce la creşterea siguranţei în funcţionare a instalaţiei de foraj şi la micşorarea consumului de metal.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 2, 1985

C. Z. 622.324.5 : 622.277

P a v e l, A. *Remedieri şi perfecţionări privind structura rezervoarelor sferice de 1 000 m³ pentru gaze lichefiate*

Se prezintă unele remedieri şi perfecţionările necesitate de structura antimitor rezervoare sferice de 1 000 m³ pentru gaze lichefiate, în urma cutremurului de la 4 martie 1977. Soluţiile tehnice elaborate s-au aplicat ca atare.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 2, 1985

CONTENTS

C. Z. 622.834 :622.2272 :622.332

Vescan, D. *Model research on equivalent materials of the rock displacement processes generated by the underground lignite exploitation. The hypothesis of the succesive cavings*

The author proposes the hypothesis of the successive cavings, which was worked out on the basis of the model research on equivalent materials of the rock displacement, fracturing and caving processes caused by the underground lignite mining in several basins of Romania. By determining the geometrical parameters of these processes, in accordance with the hypothesis of the successive cavings, using the G. N. Kuznetsov method, the functional parameters — carrying and subsidence capability — of the roof supports can be calculated.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 2, 1985

C.Z. 622.235.3 :622.271.3 :622.23.02

Muste, I. *Aplication fields in open pit mining, working technologies and parameter calculation of the explosive charges located in chamber holes*

The blasting techology with explosive charges located in chamber holes in open pit mining, its applicability area, the influence of certain physical and mechanical properties of the rocks and useful minerals, as well as the working technology and the parameter calculation of the explosive charges located in chamber holes are presented.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 2, 1985

C.Z. 622.233.05 : 658.58

Ţiplea, V. *The contribution of the Works for Mining Equipment and Repairs Baia Mare to the establishing of the Drilling Equipment System*

In view of the assimilation of the drilling mining equipment required for face, development and heading workings, the author presents three types of drilling jumbos, two drilling rigs for medium and long fan holes and two types of heavy duty drilling hammers with their brief description, schematic presentation and their main technical charact-ristics.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 2, 1985

C.Z. 658.3 : 622.272 : 622.387

Iga, V. *Some considerations regarding the proper structure and sizing of the underground working personnel*

A new structure of the underground working personnel, more flexible, in compliance with the present situation's requirements, is presented. Since the non-repetitive work underground is less quantifiable the author presents a new method of determining the number of mine foremen, scientifically establishing the optimal team which can be lead by a foreman.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 2, 1985

C. Z. 550.4 : 553.44

Gireadă, V. *Lithogeochemical study of the polymetallic sulphide mineralizations of the formations of the Făgăraş series from the Capra Valley basin — Făgăraş Mountains*

The author presents briefly the geological evolution and the mineralizations of the region, the methodology of the completed work and the results obtained from the geochemical surveys carried out in the upper basin of the Capra Valley, which surveys evidenced several limestone levels hosting stratiform metamorphic zinc-lead-pyriteous mineralizations.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 2, 1985

C. Z. 551.781.5 : 553.98

Li Hak Ung *Co-relation between the geochemical-bitumenological indices of the pellitic rocks from the structural promontories of Văleni and Homoriciu*

On the basis of the investigations carried out in the region, the conclusion is reached that here the oligocene deposits presented higher amounts of organic material than the eocene ones, which determined the formation of richer hydrocarbon deposits.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 2, 1985

C. Z. 622.24 : 553.78

Avram, L., Mălureanu, I., Beca, C. *A few aspects regarding geothermal waters drilling and exploitation*

The authors offer a few answers to problems raised by the drilling and the exploitation of the geothermal resources, based upon a geological and geophysical documentation.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 2, 1985

C. Z. 622.24.05 : 681.14

Posea, N. et al. *On the automatic calculation of the drilling masts*

The strong stresses which the mast is undergoing during operation and its importance within the drilling rig require a very accurate calculation of the deformation status and the stresses in the structural elements. This calculation cannot be effected but using adequate programmes for the electronic computers, whose application for the masts calculation allows the structure to be optimized, which in turn, leads to higher operation security of the drilling rig and to metal consumption reduction.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 2, 1985

C. Z. 622.324.5 : 622.277

Pavel, A. *Repairs and improvements regarding the structure of the 1 000 m³ ball tanks for liquefied gases*

Some of the repairs and improvements required by the structure of certain 1 000 m³ ball tanks for liquefied gases, following the earthquake of 4 March 1977, are presented. The technical solutions developed were applied as such.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 2,1985

СОДЕРЖАНИЕ

C.Z. 834 :622.272 :622.332

Вескан, Д. *Исследования на моделях из эквивалентных материалов процессов смещения пород из-за подземной разработки лигнита. Гипотез последовательных обрушений*

Автор предлагает гипотез последовательных обрушений, разработанный на основе исследования на моделях из эквивалентных материалов процессов смещения , трещинообразования и обрушения пород из-за подземной разработки лигнита во многих угольных бассейнах Румынии. Определяя геометрические параметры этих процессов, согласно гипотезу последовательных обрушений, методом Г. Н. Кузнецова расчитываются функциональные параметры — несущая способность и осадка — которыми должна обладать крепь забоев.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 2, 1985

C.Z. 622.235.3 : 622.271.3 : 622.23.02

Мустe, И. *Области применения на карьерах технологии и расчёт параметров зарядов ВВ в котловых скважинах*

Представлены технология взрывания зарядов ВВ в котловых скаважинах на карьерах, область применения, влияние ряда физико-механических свойств горных пород и полезных ископаемых, а также рабочая технология и расчёт параметров зарядов ВВ в котловых скважинах.

Ключевые слова: карьер, котловые скважины, заряд ВВ, параметры, расчёт.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 2, 1985

C.Z. 622.233.05 : 658.58

Ципля, В. *Вклад Завода горного оборудования и ремонта Бая Маре в создании Системы бурильного оборудования*

В целях освоения горного оборудования для бурения в очистных и подготовительных забоях, автор представляет три типа буровых кареток, две бурильных установки для бурения веера длинных и средней длины шпуров и два типа тяжёлых перфораторов с их общим описанием, схематическим представлением и основной технической характеристикой.

Ключевые слова: буровое оборудование, каретки, перфораторы, характеристики.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 2, 1985

C.Z. 658.3 : 622.272 : 622.387

Ига, В. *Некоторые соображения о структуре и определении рационального количества подземного рабочего персонала*

Представлена новая структура подземного рабочего персонала, являющаяся более гибкой существующей. Т.к. в подземных условиях некоторые единичные работы менее квантифицированы, авор представляет метод определения количества мастеров, научно обосновав оптимальный состав звена руководимого мастером.

Ключевые слова: подземный персонал, структура, рациональное количество, оптимальный состав.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 2, 1985

C.Z. 550.4 : 553.44

Джирдэ, В. *Литогеохимическое изучение сульфидных полиметаллических оруденений формаций серии Фэгэраш бассейна Валя Капра*

Коротко представлены геологическое развитие и оруденение зоны, методика геохимических поисковых работ, проведенных в северной части бассейна Валя Капра и полученные результаты. Были выявлены несколько известняковых горизонтов с цинко-свинцово-пиритными оруденениями метаморфизированного типа.

Ключевые слова: полиметаллическое оруденение, поисковые работы, формации Фэгэраш,

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 2, 1985

C.Z. 551.781.5 : 553.98

Ли Хак Хунг *Взаимоотношения между геохимико-битуминологическими показателями пелитовых пород зон Пинтенул де Вэлень и Пинтенул де Хоморычу*

В результате анализа исследуемой зоны автор пришёл к выводу, что её олигоценновая толща содержит большее количество органического материала, чем эоценновая, что способствовало образованию отложений с большим содержанием углеводородов.

Ключевые слова: толща, пелитовые породы, олигоцен, еоцен, органический материал, углеводороды.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 2, 1985

C.Z. 622.24 : 553.78

Аврам, Л., Мэлуряну, И., Бека, К. *Некоторые аспекты бурения и эксплуатации геотермальных вод*

Авторы отвечают на некоторые вопросы бурения и эксплуатации геотермальных ресурсов, на основе геологической и геофизической документаций.

Ключевые слова: геотермальные воды, бурение, эксплуатация.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 2, 1985

C.Z. 622.24.05 : 681.14

Посеа, Н. и др. *Об автоматическом расчёте буровых мачт*

Большие нагрузки которым подвергаются мачты во время работы, а также их главная роль в буровой установке требуют проведения точного расчёта напряжённого состояния и деформаций элементарных структур. Такой расчёт может быть осуществлён только с применением подходящих для ЭВМ программ, позволяющих оптимизацию структур, повышение надёжности и работы буровой установки и снижения металлоёмкости.

Ключевые слова: буровые установки, мачты, напряжённое состояние, расчёт, металлоёмкость, программы ЭВМ.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 2, 1985

C.Z. 622.324.5 : 622.277

Павел, А. *Поправки и усовершенствования структуры сферических резервуаров ёмкостью 1000 м³ для сжижённых газов*

Представлены некоторые поправки и усовершенствования из-за структуры ряда сферических резервуаров ёмкостью 1000 м³ для сжижённых газов в результате землетресения от 4-го марта 1977-го года. Разработанные технические решения были применены без изменений на практике.

Ключевые слова: сферические резервуары, структура, усовершенствования, технические решения

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 2, 1985

SOMMAIRE

C. Z. 622.235.3 : 622.271.3 : 622.23.05

Vescan, D. *Recherches sur des modèles en matériaux équivalants des processus de déplacement des roches, produits par l'exploitation souterraine du lignite. L'hypothèse des foudroyages successifs*

L'auteur propose l'hypothèse des foudroyages successifs, hypothèse élaborée conformément à l'étude des processus de déplacement, fissuration et foudroyage des roches dus à l'exploitation souterraine du lignite dans plusieurs bassins miniers de Roumanie, à l'aide des modèles en materiaux equivalants. En établissant les paramètres géometriques de ces processus, conformément à l'hypothèse des foudroyages successifs, à l'aide de la méthode G. N. Kuznețov, on calcule les paramètres fonctionnels — la portance et la tassabilité — que doit détenir le soutenement des tailles.

Mine, Petrol şi Gazvol. 36, nr. 2, 1985

C. Z. 622.235.3 : 622.271.3 : 622.23.02

M u s t e, I. *Les domains d'utilisation des matériaux explosifs dans les travaux miniers à ciel ouvert, technologies de travail et le calcul des paramètres aux charges explosives placées dans les trous enlargis*

On présente la technologie au tir avec des charges explosives placées dans les trous enlargis aux travaux miniers à ciel ouvert, le domain d'application de celle-ci, l'influence manifestée par quelques caractéristiques physiques-mécaniques des roches et des substances minérales utiles, ainsi que la technologie de travail et de calcul des paramètres des charges placées dans les trous enlargis.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 2, 1985

C. Z. 622.233.05 : 658.58

Ţ i p l e a, V. *La contribution de l'Usine d'outillage minier et reparations Baia Mare au système des outillages de perforage*

Afin d'assimiler des outillages miniers de perforage pour les travaux en abattage, préabattage et galeries, l'auteur présente trois types de jumbo de perforage, deux installations de perforage pour des trous moyens et longs, en évantaille, et deux types de perforatrices lourdes avec leur description sommaire, leur présentation schématique et leurs principales caractéristiques techniques.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 2, 1985

C. Z. 658.3 : 622.272 : 622.387

I g a, V. *Quelques considérations sur la structure et le dimmensionement rationel du personel travailleur en souterrain*

On présente une nouvelle structure du personel travailleur en souterrain, considerée comme plus élastique pour la situation actuelle. Étant donné que dans le souterrain le travail non-répetitif est moins quantifié, l'auteur présente une méthode de dimmensionement du nombre des maîtres, en établissant scientifiquement la formation optimale qui peut être dirigée par un maître.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 2, 1985

C. Z. 550.4 : 553.4

G i r e a d ă, V. *L'étude lithogéochimique des minéralisations aux sulfures polymétalliques des formations de la série de Făgăraş du bassin de la Vallée Capra — Monts Făgăraş*

On présente, en brève, l'évolution géologique et les minéralisations de la région, la méthodologie des travaux réalisés et les résultats obtenus par les travaux de prospection géochimique accomplis dans le bassin supérieur de la Vallée Capra. Ces travaux ont mis en évidence plusieurs niveaux calcareux qui présentent des minéralisations de Zn, Pb, Py stratiformes metamorphosées.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 2, 1985

C. Z. 551.781.5 : 553.98

L i H a k U n g *La corrélation entre les indices géochimiques et bituminologiques des roches pélitiques de Pintenul de Văleni et Pintenul de Homoriciu*

De l'analyse de la zone investiguée l'auteur arrive à la conclusion que dans cette zone les dépôts oligocènes ont présenté une quantité de matériaux organiques plus grande en comparaison avec les matériaux cocènes, fait qui conduit à la formation des dépôts riches en hydrocarbures.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 2, 1985

C. Z. 622. 24 : 553.78

A v r a m, L., M ă l u r e a n u, I., B e c a, C. *Quelques aspects sur le forage et l'exploitation des eaux géothérmales*

Les auteurs offrent quelques reponses à quelques problèmes posés par le forage et l'exploitation des eaux géothérmales, basées sur une documentation géologique et géophysique.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 2, 1985

C. Z. 622.24.05 : 681.14

P o s e a, N. et al. *Sur le calcul automatique des mâts de forage*

Les solicitations fortes auxquelles le mât este soumis pendant la période de fonctionement, ainsi que le rôle important de celui-ci dans le cadre de l'installation de forage impose un calcul précis de l'état des déformations et des tensions dans les éléments structuraux. Ce calcul peut être éffectué seulement par des programmes destinés aux calculatrices ce qui permet l'optimisation de la structure qui augmente l'assurence en exploitation de l'instalation de forage et la reduction de la consommation de métale.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 2, 1985

C. Z. 622.324.5 : 622.277

P a v e l, A. *Améliorations et perfectionnements de la structure des réservoires sphériques de 1 000 m³ pour gaz liquéfiés*

On présente quelques solutions techniques appliquées après le tremblement de terre de 4 mars 1977 dans le cas de certains réservoires sphériques d'une capacité de 1 000 m³

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 2, 1985

INHALT

C.Z. 834 :722.272 :622.332

V e s c a n, D. *Modelluntersuchungen auf gleichwertigen Werkstoffen der durch die untertäglichen Braunkohlengewinnung verursachten Verschiebungsprozesse der Gesteine. Die Hypothese der nacheinanderfolgenden Niederbrüche*

Der Verfasser stellt die Hypothese der nacheinanderfolgenden Niederbrüche, vor. Diese wurde auf Grund von Modelluntersuchungen auf gleichwertigen Werkstoffen der Verschiebungs-, Rissbildungs — und Niederbruchprozesse der Gesteine, welche durch die untertägliche Braunkohlengewinnung in mehreren Revieren Rumäniens verursacht wurden, erarbeitet. Nach der Bestimmung der geometrischen Parameter dieser Prozesse, gemäss der Hypothese der nacheinanderfolgenden Niederbrüche, mit Hilfe der Methode G. N. Kuznetsov, werden die Funktionsparameter — Tragkraft und Setzbarkeit — der Strebausbauausrüstungen berechnet.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 2, 1985

C. Z. 622.235.3 : 622.271.3 : 622.23.02

M u s t e, I. *Anwendungsbereiche von Arbeitstechnologien und die Berechnung der Parameter der in Kammerlöchern gelagerten Sprengladungen in Tagebauen*

Die Sprengtechnologie mit den in Kammerlöchern gelagerten Sprengladungen in Tagebauen, deren Anwendungsbereiche, den Einfluss der physiko-mechanischen Eigenschaften der Gesteine und nutzlichen Mineralstoffe, sowie die Arbeitstechnologie und die Parameterberechnung der in Kammerlöchern gelagerten Sprengladungen werden vorgestellt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 2, 1985

C. Z. 622.233.05 : 658.58

Ţiplea, V. *Die Beitragung des Werkes für Bergbausrüstungen und Reparatur Baia Mare zu der Bildung des Systems von Bohranlagen*

Zwecks der Assimilation von Bohranlagen für Streb-, Vorrichtungs-, und Streckenarbeiten stellt der Verfasser drei Typen von Bohrwagen, zwei Bohranlagen für mittlere und lange Windfahnenlöcher und zwei Typen von schweren Bohrhammern mit deren kürzlichen Beschreibung, schematischen Vorstellung und technischen Charakteristiken, vor.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 2, 1985

C. Z. 658.3 : 622.272 : 622.387

Iga, V. *Einige Betrachtungen über die vernünftige Gestaltung und Dimensionierung der untertäglichen Arbeitskräfte*

Vorgestellt wird eine neue Gestaltung der untertäglichen Arbeitskräfte, die den Anforderungen der gegenwärtigen Situation entsprechend, flexibler ist. Da im untertage die nichtwiederholende Arbeit weniger quantifizierbar ist, stellt der Verfasser eine neue Methode für die Dimensionierung der Bergmeisteranzahl vor, wodurch die Mannschaft, die optimal von einem Meister geführt werden kann, wissenschaftlich festgestellt wird.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 2, 1985

C.Z. 550.4 : 553.4

Gireadă, V. *Lithogeochemische Untersuchung der Mineralisation mit polymetallischen Sulfiden aus den Formationen der Serie von Făgăraş in dem Becken des Capra Tals Făgăraş Gebirge*

Kürzlich werden die geologische Entwicklung und die Mineralisationen der Region, die Methodik der durchgeführten Arbeiten vorgestellt, sowie die Ergebnisse der durch geochemischen, in dem Hochbecken des Capra Tals erfolgten Schürfungsarbeiten, die mehrere Kalksteinsohlen mit Zink-Blei-Pyrit-führenden schichtenförmigen, metamorphischen Mineralisationen ausgezeichnet haben.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 2, 1985

C. Z. 551.781.5 : 553.98

Li Hak Ung *Die Korrelation zwischen den geochemischen-bitumenologischen Indizes der pelitischen Gesteine von den Văleni und Homoriciu Antiklinalnasen*

Auf Grundlage der Untersuchung des angeführten Gebietes erreicht man die Folgerung dass hier die oligozänen Lagerstätten eine grössere Menge von organischem Stoff als die eogänen aufweisen, was zur Bildung von reicheren Kohlenwasserstofflagerstätten geführt hat.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 2, 1985

C. Z. 622.24 : 553.78

Avram, L., Mălureanu, I., Beca, C. *Einige Aspekte betreffend das Bohren und die Gewinnung der geothermischen Wässer*

Die Verfasser bieten, auf Grund einer geologischen und geophysischen Dokumentierung, einige Antworten zu Problemen welche durch das Bohren und die Gewinnung der geothermischen Vorräte erhoben werden.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 2, 1985

C. Z. 622.24.05 : 681.14

Posea, N. et al. *Über die automatische Rechnung der Bohrmäste*

Die grossen Belastungen welchen der Bohrmast während des Betriebes widerstehen muss, sowie dessen wichtige Rolle im Rahmen einer Bohranlage, erfordern die genaue Rechnung des Deformationsstandes und der Spannungen in den Strukturteilen. Diese Rechnung kann lediglich unter Verwendung von entsprechenden Programmen für die elektronischen Rechner durchgeführt werden. Das erlaubt die Optimierung der Struktur und dadurch die Erhöhung der Betriebssicherheit der Bohranlagen und die Reduzierung des Metallverbrauches.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 2, 1985

C.Z. 622.324.5 : 622.277

Pavel, A. *Reparaturen und Verbesserungen der kugelförmigen 1000 m³ Flüssiggasenbehälter*

Vorgestellt werden die von der Struktur einiger kugelförmigen 1 000m³ Flüssiggasenbehälter, als Folge des Erdbebens vom 4. März 1977 erforderlichen Reparaturen und Verbesserungen. Die entwickelten technischen Lösungen wurden als solchen angewendet.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 2, 1985

Revista MINE, PETROL şi GAZE este editată de Oficiul de informare documentară pentru industria minieră, Bucureşti, Calea Victoriei 220, sector I, cod. 71104, C.P. 22—146, telefon 59.29.75.
Tiparul : Întreprinderea poligrafică „Informaţia" str. Brezoianu nr. 23—25, Bucureşti, c. 2776

Preţul : 13 lei/exemplar

Corector : Cornelia Popa

Grafica : A. Socaciu

c. 2776

43 103

Cercetări pe modele din materiale echivalente a proceselor de deplasare a rocilor, generate de exploatarea subterană a lignitului. Ipoteza surpărilor succesive

Ing. D. Vescan
I.C.I.T.P.M.L. Craiova

I. Considerații generale

Crearea de goluri în scoarța terestră, ca urmare a extragerii substanței minerale utile, provoacă un dezechilibru în starea tensională a masivului.

Redistribuirea tensiunilor se materializează prin deplasarea, fisurarea și surparea rocilor în spațiul exploatat.

Modul de desfășurare și amploarea proceselor de deplasare a rocilor acoperitoare depind de numeroși factori dintre care amintim pe cei mai importanți :

— succesiunea stratigrafică ;

— caracteristicile fizice și de rezistență ale rocilor din constituția acoperișului ;

— geometria zăcămîntului ;

— adîncimea la care se află exploatarea ;

— grosimea exploatată a stratului ;

— metoda de dirijare a acoperișului.

Regimul de presiune ce apare și se dezvoltă în cursul exploatării, presiuni ce pot fi stăpînite printr-o susținere adecvată, depinde, în totalitate, de modul de desfășurare a proceselor de deplasare, fisurare și surpare a rocilor.

Asupra mecanismului de deplasare a rocilor s-au făcut și se fac în prezent numeroase cercetări atît în teren, cît și în laborator.

Ipoteze mai vechi, elaborate pentru explicarea acestui mecanism, și-au pierdut viabilitatea o dată cu crearea și aplicarea curentă în ultimele patru decenii a metodei de investigare a proceselor de deplasare cu ajutorul modelelor din materiale echivalente.

Pe lîngă caracterul său aplicativ și concret, modelarea a permis elaborarea unor noi ipoteze, a căror valabilitate este confirmată de cercetările din ce în ce mai laborioase din teren.

II. Scurt istoric al cercetărilor pe modele din materiale echivalente referitoare la zăcămintele de lignit din România

Despre zăcămintele de lignit, în literatura minieră mondială se vorbește prea puțin, iar, atunci cînd se face, cercetările se referă la zăcăminte ale căror condiții geologo-tehnice diferă de cele din România.

Începînd din anul 1963, în cadrul institutului de cercetări miniere, s-a introdus metoda de investigare cu ajutorul modelelor din materiale echivalente.

Preluată după metoda sovietică [1] și adaptată, din punctul de vedere al tehnologiei de investigare, la particularitățile zăcămintelor de lignit din România, cercetările pe modele s-au materializat în următoarele lucrări :

— manifestarea presiunii rocilor pentru specificul minelor de lignit [2 ; 3] ;

— modul de manifestare a presiunii miniere în vederea stabilirii caracteristicilor susținerilor [4] ;

— susținerea mecanizată în condițiile minei Horăști [5 ; 6] ;

— manifestarea presiunii la exploatarea stratelor din bazinul Oltenia [7 ; 8] ;

— influența decalajului între fronturi la mina Șotînga [9 ; 10] ;

— criteriile de alegere și domeniile de aplicare ale susținerilor moderne pentru abatajele din minele de lignit [8] ;

— posibilitatea exploatării pilierilor rîurilor din bazinul Cîmpulung [11] ;

— comportarea rocilor și a stratelor acvifere neasecate la mina Filipești [12] ;

— posibilitatea exploatării sub halda exterioară din Valea Bohorelu [13 ; 14 ; 15 ; 16 ; 17] ;

— determinarea regimului de scufundare și a unghiurilor de influență la exploatarea zăcămîntului Borod [18] ;

— determinarea regimului de presiune în funcție de adîncime și condițiile geologo-miniere, pentru zăcămîntul Horezu, în vederea exploatării cu complexe mecanizate [19].

III. Ipoteza surpărilor succesive

Cercetările pe modele efectuate în decursul anilor, materializate prin soluții practice de moment, au relevat, în mod constant, un mecanism specific pentru desfășurarea proceselor de deplasare, fisurare și surpare a rocilor, mecanism cu unele diferențieri generate de particularitățile geologo-tehnice ale fiecărui zăcămînt studiat.

Elaborată în 1964 ca o ipoteză provizorie [2], ipoteza surpărilor succesive, bazată pe cunoașterea mecanismului proceselor de deplasare, fisurare și surpare a rocilor, a fost

confirmată pe parcursul modelărilor ulterioare, fiind folosită în mod curent la rezolvarea prin modelare a problemelor ridicate de exploatarea lignitului în diverse bazine.

Ipoteza surpărilor succesive este valabilă, deocamdată, la exploatarea zăcămintelor de lignit studiate de noi cu următoarele caracteristici : înclinare mică și orizontală, grosimi exploatabile mici și medii, adîncime mică și medie a exploatării, dirijarea acoperișului prin surpare totală, acoperișuri constituite din nisipuri, argile și marne slabe.

Cunoașterea mecanismului proceselor de deplasare, fisurare și surpare a rocilor, ca mod de desfășurare, prezintă o importanță deosebită atunci cînd se intenționează elaborarea unor metode de estimare a regimului de presiune din abataje, în vederea alegerii celor mai adecvate susțineri sau redimensionarea celor existente.

Cercetările pe modele au fost dirijate pentru evaluarea calitativă și cantitativă a mecanismului proceselor de deplasare, fisurare și surpare a rocilor, cu scopul de a determina parametrii care stau la baza acestor procese.

Prezența preponderentă a argilelor, nisipurilor și a marnelor slabe în acoperișurile zăcămintelor de lignit, formațiuni cu caracteristici de rezistență relativ apropiate și tendință la destratificare scăzută, ne pun în imposibilitatea de a împărți formațiunile acoperișului în acoperiș direct și acoperiș principal. Prezența scăzută numeric și ca grosime a stratelor de cărbune în acoperiș, strate care ar putea constitui discontinuități rezistive, nu este în măsură a induce în mecanismul de deplasare a rocilor influențe care ar defini noțiunea de acoperiș principal. Deci, atunci cînd ne referim la zăcămintele de lignit din România, nu putem vorbi despre acoperiș principal și acoperiș direct. Pentru descrierea mecanismului proceselor de deplasare, am considerat totuși util să împărțim acoperișul, în mod convențional, în acoperiș apropiat și acoperiș depărtat.

Să descriem acest mecanism.

Debutul exploatării este însoțit întotdeauna de o surpare a rocilor din acoperiș sub formă de boltă, numită boltă primară de surpare *a*, figurile 1 și 2.

Pe măsură ce frontul avansează, deasupra primei bolți se dezvoltă un sistem crescător de bolți de surpare *b*, *c* și *d* (fig. 1 și 2), care se extind pe verticală prin surpări succesive pe o înălțime impusă de caracteristicile de înfoiere ale rocilor surpate.

La o adîncime medie (fig. 1), suprafața ia forma albiei primare de scufundare, însoțită de fisurare, datorită încovoierii formațiunilor prin coborîrea provocată de autocompactarea rocilor afinate din interiorul bolților de surpare. Caracteristice acestei etape, la suprafață, sînt numeroasele fisuri deschise (FDT), însoțite de terasarea flancurilor lor (fig. 1).

Cînd adîncimea exploatării este mică (fig. 2), aceste bolți se transmit pînă la suprafață, provocînd scufundarea unor întregi compartimente de roci, scufundare însoțită de terasări cu căderi mari (TC), (fig. 2).

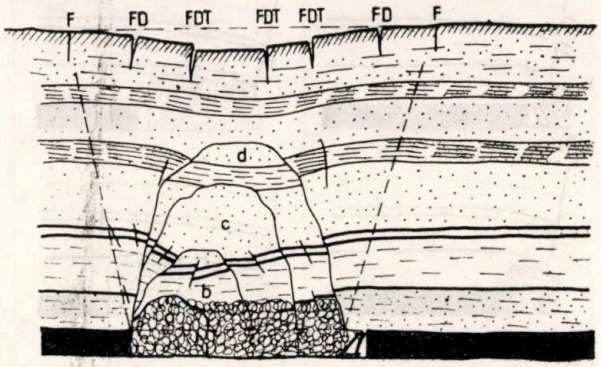


Fig. 1. Mecanismul proceselor de deplasare, fisurare și surpare a rocilor în etapa formării bolților primare de surpare în condițiile exploatării la medie adîncime.
F — fisură primară; *FD* — fisură deschisă; *FDT* — fisură deschisă cu terasare

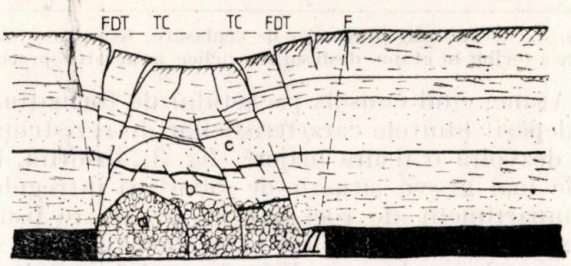


Fig. 2. Mecanismul proceselor de deplasare, fisurare și surpare. Exploatarea la mică adîncime. *FDT* — fisură deschisă cu terasare; *TC* — terasare cu coborîrea compartimentului de roci

După încheierea acestei etape, procesele de deplasare, fisurare și surpare ale rocilor intră într-un regim ciclic de desfășurare.

Astfel, imediat după formarea ultimei bolți primare de surpare, are loc o primă desprindere de roci din tavanul abatajului *a* (fig. 3).

Acesteia îi succed o serie de surpări pînă la conturarea formei *b* (fig. 3), a cărei extindere maximă pe verticală este înălțimea de surpare, iar extinderea maximă pe orizontală este pasul de surpare; apoi succesiunea de surpări se repetă în formele *c*, *d* etc.

Fiecare desprindere succesivă de blocuri de roci este însoțită de o creștere progresivă a presiunii în abataj, atîta timp cît frontul parcurge distanța corespunzătoare pasului de surpare. Aceste fluctuații de presiune sînt periodice, minerii sesizîndu-le și luînd măsuri asiguratorii în abataj. Surparea rocilor pe verticală este însă limitată de caracteristicile de înfoiere momentană ale rocilor din tavan.

Peste această limită, pe verticală, se dezvoltă un sistem de fisuri datorat pe de o parte înfoierii

limitate a rocilor din acest sector, pe de altă parte, încovoierii pachetului de formațiuni, ca urmare a recompactării rocilor surpate sub influența greutății proprii sau a greutății pachetului de formațiuni aflat în consolă crescătoare (fig. 3).

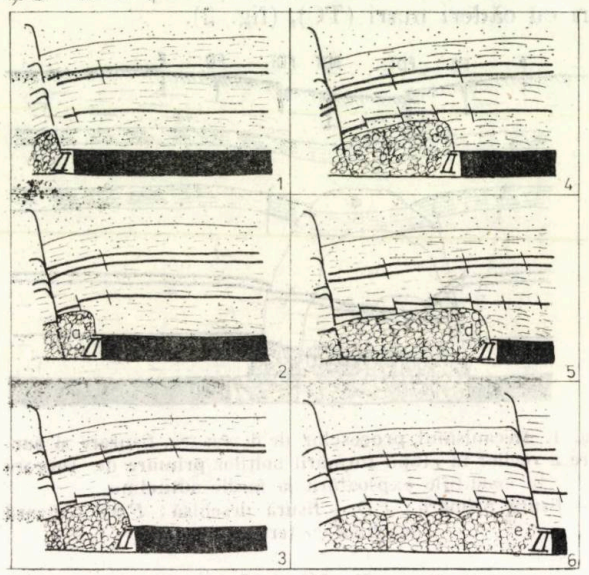


Fig. 3. Mecanismul proceselor de deplasare, fisurare și surpare a rocilor în etapa desfășurării ciclice a acestor procese

Atunci cînd consola pachetului de formațiuni a depășit limitele caracteristicilor de rezistență, se dezvoltă o fisură majoră (fig. 3), însoțită, în cele mai grave situații, de coborîrea întregului compartiment de roci flancat de aceste fisuri majore. De cele mai multe ori, aceste fisuri se pot produce chiar pe linia frontului, valul de presiune însoțitor materializîndu-se prin surpări la front, închideri ale susținerilor, desprinderi de blocuri din front etc. Aceste valuri de presiune sînt, de asemenea, periodice cu pasul de rupere, fiind asimilate de mineri cu impropriu numitele „lovituri de acoperiș".

După acest val de presiune, se intră într-un regim de lucru mai liniștit, după care fenomenele se repetă pînă la apariția unei noi fisuri principale (fig. 4).

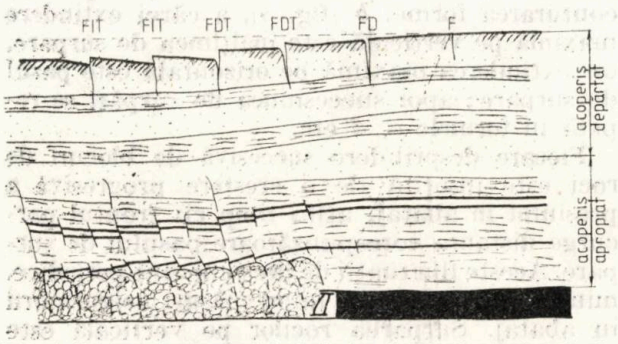


Fig. 4. Zonarea acoperișului zăcămintelor de lignit funcție de modul de desfășurare a proceselor de deplasare, fisurare și surpare a rocilor. *FIT* — fisură închisă cu terasare; *FDT* — fisură deschisă cu terasare; *FD* — fisură deschisă; *F* — fisură primară

Fenomenele descrise de surpare succesivă, ca și cele de fisurare, inclusiv fisurile majore, se desfășoară în interiorul acoperișului apropiat (fig. 4).

Procesul de încovoiere a formațiunilor de roci începe să predomine în acoperișul îndepărtat. Cu cît ponderea formațiunilor nisipoase sau argiloase este mai mare, cu atît acoperișul se încovoaie mai lin, fără fisurări excesive.

Încovoierea lină a pachetului de formațiuni spre spațiul exploatat creează eforturi de tracțiune care, în condiții de solicitare triaxială în masiv, au o desfășurare limitată. Efectul eforturilor la tracțiune se resimte pe fața liberă, care este conturul suprafeței, prin apariția și dezvoltarea verticală de fisuri. Caracteristica principală a acestor fisuri este apariția lor discretă *F* (acoperită de cele mai multe ori de solul vegetal sau aluviuni), urmate de o continuă deschidere *FD* și dezvoltare în adîncime (fig. 4). Deschiderea maximă a fisurilor formate are loc în momentul trecerii abatajului prin dreptul acestora. În continuare, fie pe traiectul fisurilor deja formate, fie al fisurilor noi, are loc o terasare a flancurilor, apoi o închidere a lor *FIT* (fig. 4).

Cunoașterea mecanismului de deplasare și fisurare a suprafeței stă la baza măsurilor ce trebuie luate pentru protecția construcțiilor civile și industriale existente sau a celor ce se vor executa pe aceste terenuri.

În prezent nu sînt date suficiente pentru a stabili dependența dintre procesul de fisurare a suprafeței și fisurarea subterană. Este o conexiune mai complexă care mai necesită cercetări.

Procesele de încovoiere lină și de fisurare a suprafeței se desfășoară în interiorul acoperișului depărtat (fig. 4).

Aceasta este cea mai schematizată formă a mecanismului proceselor de deplasare, fisurare și surpare a rocilor, generată de exploatarea zăcămintelor noastre de lignit, mecanism pe baza căruia a fost fundamentată ipoteza surpărilor succesive.

IV. Particularități ale mecanismului proceselor de deplasare, fisurare și surpare a rocilor, datorate exploatării zăcămintelor de lignit

Au fost semnalate unele abateri de la mecanismul descris, abateri generate de unele particularități geologo-tehnice și de exploatare ale unor zăcăminte.

Astfel, la exploatarea în felii cu un decalaj mic între fronturi (fig. 5), crește frecvența fisurilor majore, se amplifică înălțimea surpărilor în detrimentul încovoierii line, crește frecvența fisurării suprafeței, concomitent cu majorarea adîncirii fisurilor se mărește șansa unirii acestora cu fisurile principale, fapt ce favorizează desfășurarea integrală a presiunii litostatice asupra susținerii din abataj [9; 10].

De asemenea, prezența unui strat de cărbune suficient de rezistent și gros în acoperișul apropiat (fig. 6) poate împiedica desfășurarea, pe înălțime, a proceselor de surpare și crea premisele unor efective lovituri de acoperiș [17].

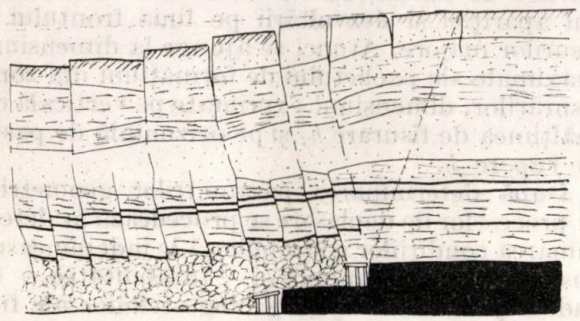


Fig. 5. Mecanismul proceselor de deplasare, fisurare și surpare a rocilor în condițiile exploatării în felii cu decalaj mic între fronturi

O altă particularitate a mecanismului amintit se datorește prezenței, în acoperișul apropiat, a unor strate groase de nisip (fig. 7), în care, din

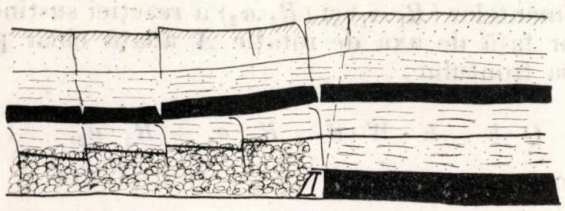


Fig. 6. Procesele de deplasare, fisurare și surpare a rocilor în condițiile prezenței în acoperișul apropiat a unui strat gros de cărbune neexploatabil

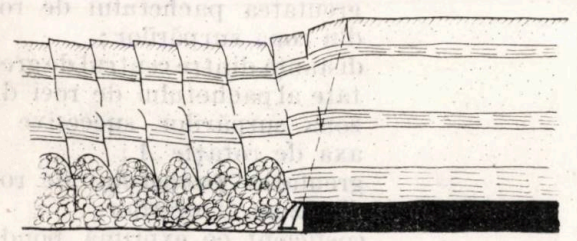


Fig. 7. Procesele de deplasare, fisurare și surpare a rocilor în condițiile unui acoperiș constituit, în majoritate, din nisipuri

cauza afînării reduse a rocilor nisipoase, au loc surpări majorate pe verticală cu pași de surpare mici, ceea ce provoacă regimuri de presiune excesive în abataj [4; 5; 7].

De asemenea, la exploatarea sub acoperișuri crescătoare (fig. 8*b*) sau descrescătoare (fig. 8*a*), ca mărime se remarcă particularități ale mecanismului de deplasare, fisurare și surpare a rocilor. Este evident avantajul exploatării sub acoperișuri descrescătoare ca mărime [17].

Exploatarea subterană sub halde prezintă, de asemenea, unele particularități ale mecanismului de deplasare a rocilor (fig 9). Situația cea mai periculoasă a acestui gen de exploatări este atunci cînd ecranul de roci din acoperiș este mult mai mic decît înălțimea masei de roci haldate. Caracterul slab coeziv al rocilor depuse în haldă face ca acestea să nu aibă nici o portanță. De asemenea, rocile din ecran își pierd portanța datorită greutății masei haldate. Urmarea este că în abataj presiunea minieră se va

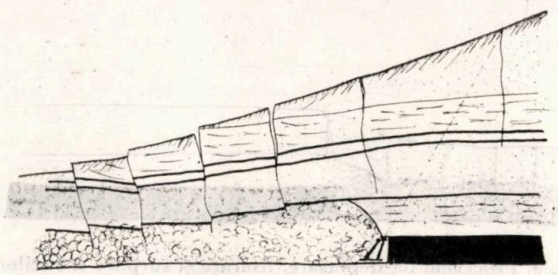


Fig. 8 *a*. Procesele de deplasare, fisurare și surpare a rocilor, în condițiile exploatării sub acoperișuri variabile ca grosime. Exploatarea sub acoperiș crescător ca grosime

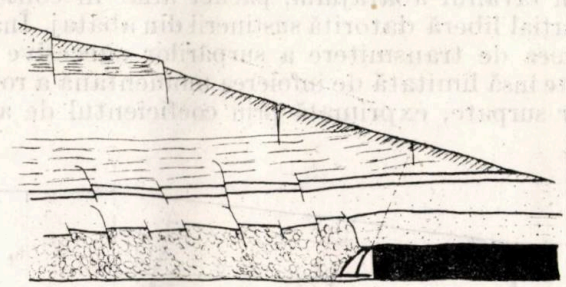


Fig. 8 *b*. Procesele de deplasare, fisurare și surpare a rocilor în condițiile exploatării sub acoperișuri variabile ca grosime. Exploatarea sub acoperiș descrescător ca grosime

manifesta la valori maximale, corespunzătoare greutății însumate a formațiunilor din ecran și corpul haldei [17].

Cu toate aceste abateri, conform principiului că excepțiile confirmă regula, schema elaborată este cu atît mai valabilă.

V. Determinarea parametrilor funcționali ai susținerilor pe baza ipotezei elaborate

Se pune întrebarea firească, cum folosim acest mecanism la dimensionarea susținerilor?

Din analiza calitativă și cantitativă pe modele a proceselor de deplasare, fisurare și surpare a rocilor, funcție de particularitățile geologo-tehnice ale unui zăcămînt, se determină parametrii geometrici ai acestor procese.

Pe baza unei metode asemănătoare celei elaborate de prof. G. N. Kuznețov [1], din parametrii geometrici respectivi se deduc condițiile de portanță și tasabilitate necesară susținerilor. Condițiile necesare se pot pune oricărui tip de susținere, inclusiv celor mecanizate, cunoscînd însă posibilitățile respectivelor susțineri de a putea prelua solicitările sau tasarea determinată după metoda amintită.

În prima etapă se determină parametrii geometrici ai proceselor de deplasare, fisurare și surpare a rocilor (fig. 10).

Se pornește de la constatarea experimentală că surpările succesive se produc pe conturul unui

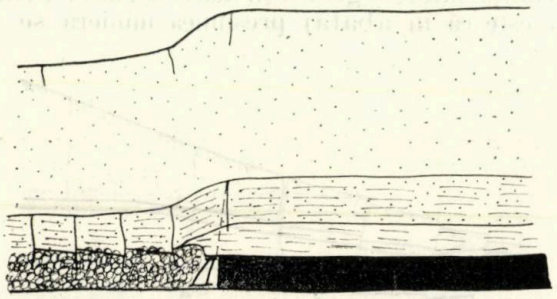


Fig. 9. Procesele de deplasare, fisurare și surpare a rocilor în condițiile exploatării subterane sub halde

sistem de microfisuri ce apar în pachetul de strate din tavanul abatajului, pachet aflat în consolă parțial liberă datorită susținerii din abataj. Înălțimea de transmitere a surpărilor succesive h_s este însă limitată de înfoierea momentană a rocilor surpate, exprimată prin coeficientul de afî-

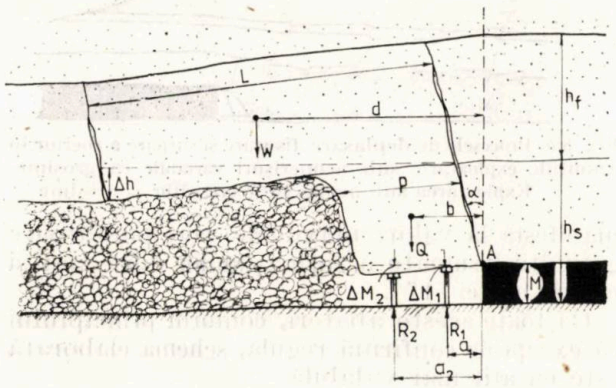


Fig. 10. Schema de calcul a portanței și tasabilității susținerilor pe baza corelării parametrilor geometrici ai proceselor de deplasare a rocilor din acoperiș

nare momentană k_s, pînă la umplerea golului de grosime M, rezultat din exploatarea stratului de cărbune.

Presiunea pe susținerea din abataj va fi generată, în primul rînd, de greutatea Q a acestui pachet de roci din zona surpărilor succesive, pachet care se sprijină cu un capăt pe linia frontului și cu celălalt capăt pe liniile susținerilor. Presiunea maximă se va exercita la atingerea dimensiunilor maximale ale pachetului de formațiuni din tavan, dimensiuni exprimate pe verticală de înălțimea de surpare h_s și pe orizontală de pasul de surpare p.

Indirect, asupra susținerii din abataj mai acționează și presiunea datorată greutății W a pachetului de formațiuni delimitate de fisurile majore. Această acțiune îndepărtată se manifestă îndeosebi la console mari ale pachetelor de formațiuni din zona fisurărilor, datorită contactului nemijlocit cu formațiunile din zona surpărilor. Maximul de presiune exercitat de acest pachet de formațiuni se manifestă în momentul apariției și dezvoltării pe linia frontului a fisurilor majore. Atunci se ajunge la dimensiuni maximale ale pachetului de formațiuni din zona fisurărilor, dimensiuni exprimate pe verticală de înălțimea de fisurare h_f și pe orizontală de pasul de rupere L.

După determinarea parametrilor geometrici ai proceselor de deplasare se procedează la determinarea condițiilor ce trebuie să le îndeplinească susținerea — portanța și tasabilitatea — în cadrul particularităților geologo-tehnice ale fiecărui zăcămînt, după o schemă de calcul reprezentată în figura 10.

Calculul portanței și tasabilității se bazează pe respectarea a trei condiții.

1. Prima condiție este ca suma momentelor $(Q.b)$ și $(W.d)$, generate de greutatea pachetului de roci din zona surpărilor și a pachetului de roci din zona fisurărilor, să fie egală cu suma momentelor $(R_1.a_1)$ și $(R_2.a_2)$ a reacției susținerilor față de axa de rotație A aflată chiar pe linia frontului:

$$Q \cdot b + K \cdot W \cdot d = R_1 \cdot a_1 + R_2 \cdot a_2, \qquad (1)$$

în care:

R_1, R_2 reprezintă reacțiile susținerilor, t/m front;

a_1, a_2 — distanțele de la front la rîndurile susținerilor;

Q — greutatea pachetului de roci din zona surpărilor;

b — distanța dintre centrul de greutate al pachetului de roci din zona surpărilor succesive și axa de rotație A;

W — greutatea pachetului de roci din zona fisurărilor;

K — coeficient ce exprimă ponderea influenței greutății W asupra presiunii din abataj;

d — — distanța dintre centrul de greutate al pachetului de roci din zona fisurărilor și axa de rotație A.

Greutatea Q se determină cu relația:

$$Q = (h_s - M) \cdot p \cdot \gamma_1, \qquad (2)$$

în care:

h_s — înălțimea surpărilor succesive;

p — pasul de surpare;

γ_1 — greutatea volumetrică în masiv a rocilor din zona surpărilor succesive;

M — grosimea exploatată a stratului.

Distanţa b se determină cu relaţia:

$$b = \frac{p + (h_s - M)}{2} \cdot \mathrm{tg}\alpha, \qquad (3)$$

în care:

α este unghiul dintre verticală şi planul fisurii majore.

Greutatea W se determină cu relaţia:

$$W = h_f \cdot L \cdot \gamma_2, \qquad (4)$$

în care:

h_f este înălţimea de fisurare;
L — pasul de rupere;
γ_2 — greutatea volumetrică în masiv a rocilor din zona fisurărilor.

Distanţa d se determină cu relaţia:

$$d = \frac{L + h_f}{2} \cdot \mathrm{tg}\alpha. \qquad (5)$$

2. Cea de-a doua condiţie se deduce din egalitatea raporturilor dintre convergenţa acoperişului în dreptul susţinerilor ΔM_1, ΔM_2 şi distanţele susţinerilor a_1, a_2 faţă de front, precum şi din raportul dintre coborîrea Δh a extremităţii pachetului de formaţiuni din zona fisurărilor şi pasul de rupere L:

$$\frac{\Delta M_1}{a_1} = \frac{\Delta M_2}{a_2} = \frac{\Delta h}{L}. \qquad (6)$$

3. A treia condiţie se deduce din egalitatea raporturilor dintre reacţiile susţinerilor R_1, R_2 şi convergenţa acoperişului în dreptul susţinerilor, în condiţiile constanţei rigidităţilor sistemului susţinere-vatră sau tavan.

$$\frac{R_1}{\Delta M_1} = \frac{R_2}{\Delta M_2}. \qquad (7)$$

Prin rezolvarea ecuaţiilor (1), (6) şi (7) se determină condiţiile de portanţă R şi de tasabilitate ΔM ce trebuie să le îndeplinească susţinerea.

Condiţiile necesare se pot pune fie susţinerilor individuale, fie susţinerilor mecanizate, cunoscînd portanţa şi maleabilitatea respectivelor susţineri.

Aplicînd metoda sus-amintită, în condiţiile evaluării mecanismului proceselor de deplasare, fisurare şi surpare a rocilor din acoperişul zăcămîntului de lignit, conform ipotezei surpărilor succesive, s-a oferit proiectanţilor date pentru verificarea şi adaptarea susţinerilor existente sau alegerea de noi susţineri [18; 19].

Bibliografie

[1] Kuznețov, G. N. ş. a. *Studi il manifestării presiunii miniere pe modele.* Ugletehizdat, Moscova, 1959.

[2] Vescan, D. *Studiul manifestării presiunii rocilor pe modele din materiale echivalente pentru specificul minelor de lignit.* Studiu ICEMIN, decembrie 1964.

[3] Tökeş, T., Vescan, D. *Studiul asupra manifestărilor presiunii pe modele din materiale echivalente pentru specificul minelor de lignit.* Cercetări miniere, anuar ICEMIN, vol. 7, 1964.

[4] Vescan, D. *Studiul manifestării presiunii rocilor pe modele din materiale echivalente pentru condiţiile minei Horăşti, în vederea stabilirii caracteristicilor susţinerii.* Studiu ICEMIN, decembrie 1965.

[5] Vescan, D. *Susţinerea mecanizată în condiţiile minei Horăşti. Studiul pe modele din materiale echivalente.* Studiu ICEMIN, decembrie 1966.

[6] Şandru, L. ş. a. *Rezultatele obţinute la experimentarea complexului de abataj tip OMKT—IV în condiţiile stratului X din bazinul minier Motru.* Cercetări miniere, anuar ICEMIN, vol. 9, 1966.

[7] Vescan, D. *Studiul manifestării presiunii miniere la exploatarea stratelor din bazinul Oltenia pe modele din materiale echivalente.* Studiu ICEMIN, noiembrie 1967.

[8] Cărpenişanu, D. ş. a. *Studiu de fundamentare privind criteriile de alegere şi domeniile de aplicare ale susţinerilor moderne pentru abatajele din minele de lignit.* Cercetări miniere, anuar ICEMIN, vol 11, 1968.

[9] Vescan, D. *Influenţa reciprocă dintre abatajele frontale dispuse în felii succesive, în funcţie de decalajul dintre fronturi.* Studii pe modele din materiale echivalente. Studiu ICEMIN, decembrie 1969.

[10] Manea, N, Vescan, D. *Regimul de presiuni din abatajele frontale de la E. M. Şotînga.* Cercetări miniere, anuar ICEMIN, vol. 12, 1969.

[11] Tökeş, T., Vescan, D. *Posibilitatea de exploatare a pilierilor rîurilor din bazinul Cîmpulung. Studiu pe modele din materiale echivalente.* Studiu ICEMIN, august 1970.

[12] Vescan, D. *Studiul comportării rocilor şi a stratelor acvifere neasecate situate în acoperişul stratului V., E. M. Filipeşti, în vederea asigurării condiţiilor necesare exploatării rezervelor. Cercetări pe modele din materiale echivalente.* Studiu ICEMIN, decembrie 1972.

[13] Vescan, D., Glodeanu, E. *Studiu pe modele al posibilităţilor de exploatare a rezervelor de lignit situate sub halda exterioară din V. Bohorelu. Raport cu privire la soluţiile preconizate pentru realizarea modelării cu materiale echivalente.* Studiu IGPSMS, octombrie 1975.

[14] Vescan, D. *Studiu pe modele al posibilităţilor de exploatare a rezervelor de lignit situate sub halda exterioară din V. Bohorelu. Raport de etapă privind realizarea şi experimentarea în model a primei secţiuni caracteristice.* Studiu IGPSMS, decembrie 1975.

[15] Vescan, D. *Studiu pe modele al posibilităţilor de exploatare a rezervelor de lignit situate sub halda exterioară din V. Bohorelu. Raport de etapă privind realizarea şi experimentarea în model a celei de-a doua secţiuni caracteristice.* Studiu IGPSMS, aprilie 1976.

[16] Vescan, D. *Studiu pe modele al posibilităţilor de exploatare a rezervelor de lignit situate sub halda exterioară V. Bohorelu. Raport de etapă privind realizarea şi experimentarea în model a celei de-a treia secţiuni caracteristice.* Studiu IGPSMS, iulie 1976.

[17] Vescan, D. *Studiu pe modele al posibilităţilor de exploatare a rezervelor de lignit situate sub halda exterioară V. Bohorelu. Raport final privind rezultatele modelării.* Studiu IGPSMS, septembrie 1976.

[18] Vescan, D. *Stabilirea prin modelare cu materiale echivalente a regimului de scufundare şi a unghiurilor de influenţă la suprafaţă a exploatării în subteran a zăcămîntului Borod.* Studiu ICITPML, septembrie 1984.

[19] Vescan, D. *Determinarea prin modelare în laborator a regimului de presiune în funcţie de adîncime şi condiţii geologo-miniere, pentru zăcămintele de lignit din zona Horezu, în vederea exploatării cu complexe mecanizate.* Studiu ICITPML, decembrie 1984.

Domenii de utilizare în lucrări miniere la zi, tehnologii de lucru şi calculul parametrilor încărcăturilor explozive amplasate în găuri de cuptor

Ing. I. Muste
Combinatul minier Cluj

Introducere

Ritmul actual de creştere a producţiei de substanţe minerale extrase, în cea mai mare parte, prin lucrări miniere la zi face ca atenţia să fie îndreptată spre acele tehnologii la care randamentele de extracţie să fie cît mai mari, în timp ce consumurile energetice şi costurile de producţie să fie cît mai mici.

Una dintre tehnologiile care răspund la acest deziderat este tehnologia de derocare cu explozivi amplasaţi în găuri cu cuptor.

În comparaţie cu găurile de sondă obişnuite şi cu galeriile de minare, avantajele împuşcării prin găuri de sondă cu cuptor constau din :

— reducerea numărului de găuri, respectiv lungimea de găuri forate pentru un metru cub de rocă împuşcată ;

— efectul maxim de rupere se produce la baza treptei, obţinîndu-se, pe de o parte, coeficientul de rupere de 1 sau chiar supraunitar, iar, pe de altă parte, randamentul utilajului de încărcare şi condiţiile de lucru sînt radical îmbunătăţite, prin aceea că nu rămîn denivelări şi praguri, iar roca este bine mărunţită ;

— gradul de sfărîmare este mult mai mare, datorită folosirii mai eficiente a energiei explozivilor, iar efectul de rupere este identic cu cel al încărcăturilor sferice ;

— în urma împuşcării, deşi roca are un aspect masiv, totuşi structura acesteia este practic distrusă, lucru care se dovedeşte în faza de încărcare, cînd se fragmentează la venirea în contact cu cupa excavatorului ;

— economii substanţiale la consumul de explozivi pe metru cub de rocă împuşcată ;

— economii la lucrările de foraj de : burghie sau prăjini, sape, energie electrică etc. ;

— nu se manifestă fenomenul de aruncare a rocii în timpul exploziei, cînd încărcătura explozivă este bine stabilită ;

— cuptorul, în sine, fiind comparabil cu o cameră de minare, acumulează avantajele acesteia şi elimină majoritatea dezavantajelor atribuite derocării cu camere de minare ;

— nu necesită împuşcarea secundară în cazul descoperirii, cînd sterilul este transportat la halde ;

— se reduce foarte mult poluarea sonoră ca efect al exploziei.

Ca dezavantaje, faţă de găurile de sondă obişnuite, menţionăm :

● creşterea volumului de manoperă la lucrările de împuşcare a găurilor cu circa 15—20%, materializată prin formarea cuptoarelor ;

● mărirea timpului de lucru la lucrările de încărcare şi împuşcare a găurilor cu circa 30%, pentru acelaşi număr de găuri.

Aceste dezavantaje sînt numai relative, întrucît cantitatea de manoperă pe metru cub de rocă împuşcată este mai mică decît în cazul găurilor de sondă obişnuite, iar intensitatea seismică este mai mare.

Dezavantajele prezentate sînt neglijabile în comparaţie cu avantajele ce se obţin prin aplicarea acestei tehnologii.

Aria de aplicabilitate

Tehnologia de împuşcare cu explozivi amplasaţi în găuri cu cuptor, în lucrările miniere la zi, cuprinde :

— găuri de mină verticale sau orizontale, pentru realizarea de împuşcări de afinare ;

— găuri de sondă, verticale sau orizontale, pentru realizarea de împuşcări de afinare ;

— găuri de mină verticale, pentru realizarea de împuşcări de aruncare ;

— găuri de sondă verticale, pentru realizarea de împuşcări de aruncare.

Împuşcările de afinare se practică la lucrările de descopertare unde roca nu poate fi excavată fără o împuşcare prealabilă ; de asemenea, se utilizează la derocarea rocilor şi a substanţelor minerale utile.

Împuşcările de aruncare sînt folosite la realizarea unor excavaţii ca : drumuri, canale, tranşee etc., din care roca trebuie să fie aruncată în exteriorul excavaţiei în timpul exploziei, urmînd ca numai finisările acestor lucrări să fie făcute cu utilaje de încărcare, transport şi terasare.

Dintre proprietăţile fizico-mecanice ale rocilor şi substanţelor minerale utile, care au o influenţă hotărîtoare asupra acestei tehnologii, amintim.

Porozitatea

Rolul principal pe care îl joacă porozitatea este în formarea cuptorului ; cu cît porozitatea este mai mare, cu atît cuptorul se formează mai uşor.

În această privinţă, este recomandabil ca tehnologia de împuşcare prin găuri cu cuptor să fie folosită la acele roci sau substanţe minerale utile care au o porozitate mai mare de 2%.

Pentru rocile care prezintă un grad mai mare de porozitate (marne dure, gresii poroase, gips, calcare, marne de rezistenţă medie etc.), comportarea lor în lucrările de împuşcare este condiţionată de fragilitatea şi de elasticitatea particulelor din jurul porilor.

La rocile compresibile (cu un grad mare de porozitate) greutatea specifică aparentă este, de regulă, sub 2,5 t/m^3, iar rezistența la compresiune mai mică de 300 daN/cm^2.

În tabelul 1 este prezentată o clasificare a rocilor și substanțelor minerale utile după M. M. Protodiokonov, precum și porozitatea acestor roci.

În figura 1 este redată, după acest tabel, o curbă de distribuție a porozității în funcție de coeficientul de tărie.

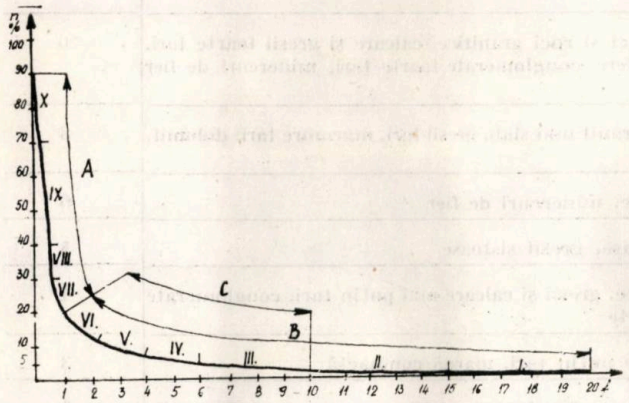


Fig. 1. Curbă de distribuție a porozității rocilor și substanțelor minerale utile în funcție de coeficientul de tărie f: $I-X$ — categoria (clasa) rocilor după M. M. Protodiakonov; A — roci și s.m.u., a căror exploatare se face fără lucrări de împușcare; B — roci și s.m.u. a căror exploatare se face prin lucrări de împușcare; C — roci și s.m.u. la care se recomandă aplicarea găurilor cu cuptor în lucrările de împușcare

Dacă pentru exploatarea rocilor și substanțelor minerale utile din categoriile de tărie de la I—VI sînt necesare lucrări de împușcare, se recomandă ca tehnologia de împușcare prin încărcături amplasate în găuri cu cuptor să fie utilizată numai la rocile din categoriile III, IV, V, VI; nu se recomandă la rocile sau substanțele minerale utile din categoriile I și II, datorită faptului că este foarte dificil și anevoios să se formeze cuptorul din cauza porozității, care tinde către zero, și a elasticității și rezistenței la compresiune foarte mari.

În aceste roci, pentru formarea cuptorului este necesar să se execute un număr mai mare de împușcări succesive și, după fiecare împușcare, roca sfărîmată din pereții cuptorului trebuie să fie suflată afară din gaură cu ajutorul aerului comprimat.

Umiditatea

Este o proprietate care joacă un rol pozitiv în aplicarea tehnologiei, prin aceea că apa care, de regulă, umple golurile sau porii dintre particule ajută la formarea cuptorului prin trecerea ei în stare de vapori în timpul exploziei și o dată cu aceasta, participă la creșterea presiunii de explozie.

Pe de altă parte, apa evaporată, în amestec cu gazele rezultate din explozie, face ca roca măruntă ce se formează să fie depusă și consolidată, prin ardere, pe pereții cuptorului și ai găurii.

Prin arderea pereților cuptorului și a găurii de sondă roca devine impermeabilă, un interval de timp suficient, care să asigure executarea lucrărilor de împușcare, astfel că și în roci cu umiditate ridicată se pot utiliza explozivi obișnuiți de tipul Nitramon sau AM$_1$, care nu rezistă la apă.

Coeziunea

Acțiunea pe care o are coeziunea în procesul de derocare cu explozivi este direct proporțională cu mărimea ei. Cu cît coeziunea reală și aparentă sau coeziunea moleculară și de aderență este mai mare, cu atît consumurile specifice de explozivi cresc, iar coeficientul de rupere a găurilor scade.

O dată cu aplicarea tehnologiei de derocare prin găuri cu cuptor, creșterea consumurilor specifice de explozivi, în paralel cu creșterea coeziunii, este mult mai mică, iar coeficientul de rupere rămîne constant, în jurul unei valori de 100%.

Duritatea

Este proprietatea fizică a rocilor și a substanțelor minerale utile care depinde de coeziunea de rețea și de coeziunea de aderență a elementelor componente.

Cu cît aceste coeziuni sînt mai mari, duritatea este mai mare, iar porozitatea mai mică.

O dată cu creșterea durității, cresc și consumurile specifice de explozivi.

Tehnologia de împușcare prin găuri cu cuptor este recomandabilă la rocile și substanțele minerale utile, a căror duritate este cuprinsă între III și VI, pe scara lui M. M. Protadiakonov. La rocile cu durități mai mari nu se recomandă, din cauza greutăților ce se întîmpină la formarea cuptorului.

Deși în tehnologiile obișnuite coeficientul de rupere a găurilor scade o dată cu creșterea durității, prin aplicarea procedeului de împușcare cu găuri cu cuptor, acest coeficient rămîne aproximativ constant.

Elasticitatea

Este proprietatea rocilor sau substanțelor minerale utile de a se deforma, fără a-și pierde consistența, și de a-și recăpăta complet sau aproape complet forma lor inițială după încetarea forțelor exterioare care au acționat asupra lor.

Se cunoaște faptul că în natură nu există roci sau substanțe minerale utile perfect elastice, întrucît acestea rămîn în final cu o deformație permanentă, după dispariția forțelor care au acționat asupra lor.

Cu cît elasticitatea are o valoare mai mare, cu atît consumurile specifice de explozivi cresc în cazul tehnologiilor de derocare clasice. Aceste consumuri au o creștere mult mai mică, în cazul găurilor cu cuptor, dar, o dată cu creșterea elas-

Tabelul 1

Clasificarea rocilor şi substanţelor minerale utile din punctul de vedere al rezistenţei la perforare, după prof. M. M. Protodiakonov, şi porozitatea lor

Porozitatea, *n*, %	Categoria (clasa)	Gradul de tărie	Natura rocilor şi substanţelor minerale utile	Coef. de tărie, *f*
0–0,2	I	Roci extrem de tari	Cuarţite şi bazalte, cele mai tari şi mai compacte. Alte roci excepţional de tari	20
0,2–2	II	Roci foarte tari	Roci granitice foarte tari, porfire cuarţitice, granite foarte tari, şisturi cuarţifere, cuarţite mai puţin tari, gresii şi calcare foarte tari	15
2–5	III	Roci tari	Granit compact şi roci granitice, calcare şi gresii foarte tari, filoane cuarţifere, conglomerate foarte tari, minereuri de fier foarte tari	10
			Calcare tari, granit mai slab, gresii tari, marmore tari, dolomit, pirită	8
5–8	IV	Roci destul de tari	Gresii normale, minereuri de fier	6
			Şisturi nisipoase, gresii şistoase	5
8–10	V	Roci semitari	Şist, argilă tare, gresii şi calcare mai puţin tari, conglomerate puţin rezistente	4
			Şisturi diferite puţin tari, marnă compactă	3
10–20	VI	Roci destul de moi	Şist moale, calcare foarte moi, cretă, sare, gips, teren îngheţat, antracit, marnă obişnuită, gresie alterată, pietriş cimentat, teren pietros	2
			Teren pietros mai slab, şist alterat, pietriş şi balast tasat, cărbune tare, argilă întărită	1,5
20–30	VII	Roci moi	Argilă compactă, cărbune moale, aluviuni tari, terenuri argiloase	1,0
			Argilă puţin nisipoasă, loess, pietriş (balast), cărbune sfărîmicios	0,8
30–40	VIII	Roci pămîntoase	Teren vegetal, turbă, pămînt argilos, nisip umed	0,6
40–70	IX	Roci dezagregate	Nisip, grohotiş, pietriş mărunt, pămînt de umplutură, cărbune în bucăţi sau dezagregat	0,5
70–90	X	Roci curgătoare	Nisip curgător, teren mlăştinos, loess înmuiat şi alte terenuri îmbibate şi înmuiate cu apă	0,3

ticităţii, cresc şi greutăţile ce se întîmpină în formarea cuptorului.

Plasticitatea

Este o proprietate a rocilor şi substanţelor minerale utile care favorizează tehnologia de derocare prin găuri cu cuptor, prin faptul că formarea cuptorului în rocile plastice se realizează uşor şi, de regulă, printr-o singură repriză de împuşcare.

În cazul exploziilor de afînare, consumurile specifice de explozivi sînt mult reduse în comparaţie cu utilizarea găurilor obişnuite de sondă.

În cazul exploziilor de aruncare, situaţia se schimbă prin faptul că rocile cu o plasticitate mare au şi un grad de compresibilitate ridicat, lucru care conduce la o creştere a consumurilor de explozivi.

Tehnologia de lucru

Tehnologia de formare a cuptorului într-o gaură de mină sau sondă este prezentată în figura 2.

Lărgirea pe o anumită înălţime de la fundul găurii se realizează prin explodarea cu foarte puţin buraj a cantităţii de exploziv rezultată din calcul (şi verificată practic) pentru formarea cuptorului.

Se recomandă, pe cît posibil, ca formarea cuptorului să se execute printr-o singură explozie.

În rocile şi substanţele minerale utile cu duritate şi coeziune mare şi cu porozitate mică, formarea cuptorului se va face prin explodarea cantităţii de exploziv calculate pentru formarea cuptorului în mai multe reprize.

Dacă, după prima împușcare, în volumul cuptorului format intră întreaga cantitate de exploziv ce a mai rămas, atunci formarea cuptorului se face în două reprize, în caz contrar, se trece la o a treia repriză și așa mai departe.

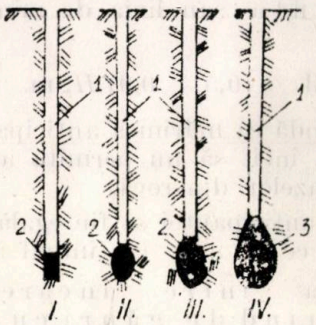


Fig. 2. Tehnologia de formare a cuptorului într-o gaură de mină sau de sondă :
I, II, III, IV — fazele de formare a cuptorului ; *1* — gaura de mină sau de sondă ; *2* — încărcătură de exploziv pentru formarea cuptorului ; *3* — încărcătură de exploziv de bază amplasată în cutpor

Intervalul de timp între două reprize de împușcare în aceeași gaură este de minimum 15 min, timp necesar pentru răcirea cuptorului.

Este recomandabil ca la formarea cuptoarelor să fie utilizați explozivi brizanți și cu potențial de rupere ridicat, iar inițierea explozivilor să se facă prin amorse electrice instantanee sau de aceeași serie.

Este necesar ca, înainte de începerea perforării găurilor, treapta să fie bine curățată cu buldozerul, astfel ca în locul în care se forează gaura, roca să fie intactă și fără fisuri, deoarece în timpul exploziei de formare a cuptorului la gura găurii apare un fenomen de depresiune care fisurează roca în jurul găurii și o antrenează în direcția de evacuare a gazelor, formîndu-se un mic crater. O parte din roca antrenată cade peste gaură și bucățile mai mici pătrund în interiorul găurilor verticale. Acest fenomen de cădere a rocii în gaură nu se produce în cazul găurilor orinzontale.

În situația în care gaura se obturează cu bucăți de rocă, se va proceda la înlăturarea lor cu ajutorul burătorului sau al unei linguri special construite.

Înainte de a se trece la o nouă reîncărcare a găurii, se introduce burătorul pentru a ne asigura de continuitatea și adîncimea ei.

Atunci cînd pentru realizarea cuptorului sînt necesare mai multe explozii succesive, în urma cărora în cuptor rămîne o cantitate de material, după fiecare explozie se poate proceda la evacuarea acestui material prin suflare cu aer comprimat. Procedeul se pretează bine în cazul găurilor orizontale.

Controlul formei și dimensiunilor cuptorului se poate face cu ajutorul unui endometru, după ce gaura a fost bine aerisită. Acest control se practică, de regulă, la stabilirea parametrilor de împușcare.

Avînd în vedere că unele roci și substanțe minerale utile au un anumit grad de fisurație prin care se pierde o anumită cantitate de gaze formate prin explozie, cît și datorită faptului că presiunea gazelor trebuie să se mențină un timp cît mai lung; pentru ca gradul de sfărîmare a rocilor să fie cît mai avansat, este necesar ca încărcătura de bază să fie formată din explozivi care dezvoltă un volum cît mai mare de gaze, cum ar fi AM_1 și Nitramon.

Încărcarea găurilor verticale se poate face, de regulă, prin introducerea explozivului prin cădere liberă și burarea cu materialul rezultat din perforare pe toată lungimea găurii.

La încărcarea găurilor orizontale se pot utiliza dispozitive de încărcare a găurilor, cu furtunuri sau conducte antistatizate, acționate cu aer comprimat.

Ca exploziv de inițiere se recomandă dinamita II sau astralita, în cantitate de minimum 5% din încărcătura de bază.

Amorsarea încărcăturii se face cu fitil detonant sau cu amorse electrice. Pentru reducerea efectului seismic se recomandă utilizarea mai multor serii de amorse.

În cazul încărcăturilor concentrate de afînare, efectul de aruncare a rocii tinde spre zero și, o dată cu aceasta, se reduce poluarea sonoră.

În urma exploziei, masa de rocă își mărește volumul prin afînare, iar ca rezultat înălțimea suprafeței împușcate crește cu 1—3 m față de restul bermei.

Lucrările de perforare-împușcare se pot face în avans față de încărcarea rocii, în funcție de mărimea bermelor de lucru și, o dată cu aceasta, se realizează și o împușcare în mediu comprimat, folosindu-se mai eficient energia explozivilor.

Datorită gradului avansat de sfărîmare a rocii, în cazul lucrărilor de descopertare, nu mai sînt necesare lucrări de împușcare secundară.

Calculul parametrilor de împușcare pentru încărcături amplasate în găuri de cuptor

Pentru ilustrarea parametrilor găurilor cu cuptor și a încărcăturilor amplasate în găuri cu cuptor se prezintă figurile 3, 4 și 5.

1. Calculul de dimensionare a încărcăturii amplasate în gaură cu cuptor

Greutatea încărcăturii amplasate în cuptor

$$Q_1 = f(n) \cdot q \cdot W^3 = (\sqrt{1 + n^2} - 0{,}41)^3 \cdot q \cdot W^3, \text{ kg} \quad (1)$$

în care :

Q_1 — greutatea încărcăturii de exploziv, kg ;
n — indicele de acțiune a exploziei ; pentru

$$n = 1 \qquad Q_1 = q \cdot W^3 \qquad (1')$$

q — consumul specific de exploziv, pentru afînare, calculat pe bază de formule și verificat statistic, kg/m³;
W — linia de minimă rezistență sau anticipanta, m.

$$Q_2 = V \cdot \Delta, \text{ kg}, \quad (2)$$

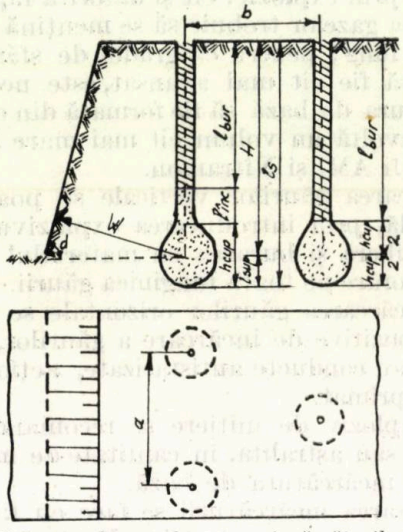


Fig. 3. Schema de amplasare a încărcăturilor în găuri cu cuptor: a — distanța între găuri; b — distanța între rînduri; H — înălțimea treptei; L_{sup} — lungimea de suprasadîncire; h_{cup} — înălțimea cuptorului; l_{inc} — lungimea încărcăturii în gaura de sondă; l_{bur} — lungimea burajului; W — anticipanta; α — unghiul de înclinare a treptei; l_s — adîncimea găurii cu cuptor.

unde:

Q_2 — greutatea încărcăturii, kg;
V — volumul cuptorului, m³;
Δ — densitatea de încărcare, kg/m³.

Greutatea încărcăturii amplasate în cuptor și în gaura de sondă

$$Q_3 = Q_2 + Q_g = V \cdot \Delta + p \cdot l_{inc}, \text{ kg}, \quad (3)$$

unde:

Q_3 este greutatea încărcăturii, kg;
Q_g — greutatea încărcăturii din gaura de sondă, kg;
p — greutatea încărcăturii din gaura de sondă, pe unitatea de lungime, kg/m;
l_{inc} — lungimea încărcăturii din gaura de sondă, m.

Lungimea încărcăturii din gaura de sondă se recomandă a fi:

$$l_{inc} = (0{,}2 - 0{,}6)\ l_s, \text{ m}. \quad (4)$$

Lungimea găurii de sondă în care se formează cuptorul, atunci cînd înclinarea găurii este de 90°, va fi egală cu:

$$l_s = H + \frac{h_{cup}}{2}, \text{ m}, \quad (5)$$

unde:

l_s este lungimea găurii de sondă a cuptorului, m;
H — înălțimea treptei, m;
h_{cup} — înălțimea cuptorului, m.

Anticipanta sau linia de minimă rezistență:

$$W = (0{,}5 - 0{,}9)\ H, \text{ m}. \quad (6)$$

Se recomandă ca mărimea anticipantei să fie astfel aleasă, încît să nu permită ieșirea prea devreme a gazelor din rocă.

Lungimea anticipantei să fie egală cu lungimea fisurilor ce se nasc în timpul împușcării.

Distanța între încărcăturile dintr-un rînd de găuri cu cuptor

$$a = m \cdot W, \text{ m}, \quad (7)$$

unde:

a este distanța între găurile dintr-un rînd, m;
m = 0,9 — 1,4 sau chiar 2, coeficient care depinde de natura rocilor, valorile mici luîndu-se pentru roci dure, iar cele mari pentru roci moi.

Distanța între rîndurile de găuri cu cuptor

$$b = 0{,}85\ W, \text{ m}. \quad (8)$$

Greutatea totală a încărcăturilor amplasate într-un grup de găuri cu cuptor

$$Q_T = \sum_1^n Q_1 + \ldots + Q_n, \text{ kg} \quad (9)$$

unde:

Q_T este greutatea totală a încărcăturilor, amplasate într-un grup de găuri cu cuptor, kg;
n — numărul găurilor ce formează grupul.

Anticipanta medie a unui grup de găuri cu cuptor

$$W_{med} = m \frac{W_i}{n}, \text{ m} \quad (10)$$

W_i — anticipanta găurilor ce formează grupul m;
n — numărul de găuri din grup;
m — 0,9 — 1,4 coeficient ce depinde de natura rocilor.

2. Calculul de dimensionare a încărcăturilor pentru formarea cuptoarelor

Determinarea încărcăturii pentru formarea cuptoarelor de formă sferică

Pentru formarea cuptoarelor, într-o varietate cît mai mare de roci și substanțe minerale

Tabelul 2

Denumirea rocii sau substanței minerale utile	Indicele de lărgire, I_l, dm³/kg	Consum specific de materiale explozive, q_z, kg/m³	Coef. de consum relativ pentru lărgire, k_c, kg/dm³
Argilă plastică morenică	1 100	1,0	0,001
Argilă neagră	500	2,0	0,002
Argilă morenică	330	3,0	0,003
Argilă gri-gălbuie grasă	250	4,0	0,004
Argilă brună grasă	210	4,8	0,0048
Marnă moale puternic fisurată	200	5,0	0,505
Marnă moale fisurată, argilă grezoasă	140	7,1	0,0071
Argilă fragilă albastră	120	8,4	0,0084
Sol nisipos dens, argilă nisipoasă	110	9,1	0,0091
Cretă, calcar cochilifer	45	22	0,022
Marnă de duritate medie, calcar moale, dolomit marnos, calcar puternic fisurat	20	50	0,05
Gips compact cu granulație fină, șisturi argiloase tari, granit puternic fisurat, fosfat de duritate medie	10	100	0,1
Șisturi argiloase, granit fisurat, silicați, calcar cu fisurație medie	8	125	0,125
Cuarțite, calcar compact, serpentine, dolomit, gresie	5	200	0,2
Marmură, calcar tare, granit cu granulație medie, dolomit tare	3	333	0,33

utile, în U.R.S.S. [1] s-au făcut o serie de experiențe de determinare a consumurilor specifice de exploziv, pe unitatea de volum de cuptor, notate cu q_z (kg/m³), coeficient de consum relativ pentru lărgire, notat cu k_c (kg/dm³) și indice de lărgire I_l (dm³/kg).

Aceste rezultate sînt redate în tabelul 2.

Pe baza acestor rezultate, cantitatea de exploziv necesară pentru formarea cuptorului se determină astfel :

$$Q_{c1} = q_z . V, \text{kg}, \tag{11}$$

unde :

V — volumul cuptorului, m³.

Încărcătura de exploziv pentru formarea cuptorului :

$$Q_{c2} = k_c . V, \text{kg}, \tag{12}$$

unde :

k_c — coeficientul de consum relativ, pentru lărgire, kg/dm³ (tab. 2);

V — volumul cuptorului, dm³.

Încărcătura de exploziv pentru formarea cuptorului :

$$Q_{c3} = \frac{Q}{I_l \Delta}, \text{kg}, \tag{13}$$

unde :

Q — încărcătura principală de exploziv cu care urmează a se încărca cuptorul, kg;

Δ — densitatea explozivului din încărcătură, kg/dm³;

I_l — indicele de lărgire, dm³/kg (tab. 2).

Valoarea indicelui de lărgire este :

$$I_l = \frac{V_1}{Q_p}, \text{dm}^3/\text{kg}, \tag{14}$$

unde :

Q_p este cantitatea de exploziv utilizată pentru formarea cuptorului, kg;

V_1 — volumul cavității cuptorului, minus volumul găurii de sondă aferentă înălțimii cuptorului.

$$V_1 = V - 0{,}785\, d^2, h_{cup}, \text{dm}^3, \tag{15}$$

în care :

V este volumul cuptorului, dm³;

d — diametrul găurii de sondă, dm;

h_{cup} — înălțimea încărcăturii de formare a cuptorului, dm.

O altă modalitate de calcul a încărcăturii necesare pentru formarea cuptorului de formă sferică este utilizarea prin similitudine a ecuației practicate în exploziile nucleare subterane:

$$R = CW^{1/3} . (\gamma . H)^{-1/4} = \frac{C\sqrt[3]{W}}{\sqrt[4]{\gamma . H}}, \tag{16}$$

unde :

R este raza cavității sferice, formată în urma exploziei, m;

γ — greutatea volumetrică a rocilor situate deasupra cavității sferice sau a cuptorului, t/m³;

H — adîncimea la care se practică explozia, m;

W — energia exploziei, kt* ;

* 1 kt = 10^{12} calorii. O explozie de 100 kt eliberează gaze a căror presiune este apreciată la $1{,}1 \cdot 10^3$ milioane atmosfere, iar temperatura atinge $1{,}3 \cdot 10^7$ °C.

C — coeficient care depinde de proprietățile fizico-mecanice ale rocilor în care se realizează explozia și are valoarea medie 71.

Acest coeficient mediu s-a stabilit în urma experimentării a aproximativ 50 de explozii în patru tipuri de roci, cu proprietăți foarte variate și nu reprezintă abateri mai mari de 23% față de valoarea medie de 71.

În tabelul 3 se dau cîteva din rezultatele acestor experimentări.

Din ecuația (16) energia necesară pentru formarea cuptorului este

$$W = \frac{R^3 \sqrt{\gamma \cdot H}}{C^3}, \text{ kt}, \qquad (17)$$

iar cantitatea de exploziv necesară va fi :

$$Q_{e4} = \frac{R^3 \sqrt{\gamma \cdot D}}{10^6 \cdot C^3}, \text{ kg echiv. TNT.} \qquad (18)$$

Tabelul 3

Denumirea rocii	Operația	W, kt	Adîncimea, H, m	γ, t/m³	Raza cavității, R, m	Adîncimea caverne, formate, m	C
Tuf	Rainer	1,7	274	1,9	19,8	117,7	79,0
	Logan	5,0	283,5	1,8	28	134	77,9
	Blanca	19,2	301	1,8	44,2	301	80,1
Granit	Hardhat	5,0	286,2	2,7	19,2	85,6	59,1
	Shool	12,5	367,4	2,7	25,6	108,5	62,1

Reprezentarea schematică a fazelor dintr-o explozie nucleară subterană este redată în figura 4.

Explozia produce în timp de o miime de secundă în imediata vecinătate topirea rocii, mai departe sfărîmarea acesteia și, în continuare, fisurarea.

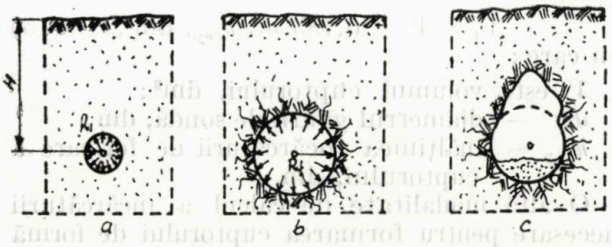


Fig. 4. Reprezentarea schematică a fazelor unei explozii nucleare subterane :

a — cavitatea inițială ; *b* — cavitatea finală ; *c* — cavitatea după formarea bolții de echilibru ; *H* — adîncimea de amplasare a explozivului ; R_i — raza inițială a excavației ; R_f — raza finală a golului format în urma exploziei.

În urma exploziei se formează o cavitate care se extinde pînă la distanța la care presiunea gazelor este echilibrată de o împingere a rocilor de ordinul sarcinii geologice $\gamma . H$. Această cavitate persistă timp de cîteva minute, după care începe prăbușirea părții superioare, căpătînd în final o formă ovoidală, pînă la formarea bolții de echilibru (fenomen ce nu se produce în cazul formării cuptorului, din cauza dimensiunilor mici ale acestuia și a timpului de existență redus).

Înălțimea ovoidului variază între 2,1 și 3,4 ori diametrul cavității.

Roca din jurul cavității explodate este fisurată pînă la o distanță care reprezintă de 2,5—6,7 ori diametrul cavității, crescînd o dată cu mărimea exploziei.

Determinarea încărcăturii pentru formarea cuptoarelor de formă alungită

În cazul formării unor cuptoare alungite, printr-o singură împușcare greutatea încărcăturii de formare a cuptorului se determină după relația :

$$Q_5 = 0{,}785 \; d^2 \; \Delta l_{cup}, \text{ kg}, \qquad (19)$$

unde :

Q_5 este încărcătura de formare a cuptorului, kg ;
d — diametrul găurii, m ;
l_{cup} — lungimea cuptorului, m ;
Δ — densitatea de încărcare a explozivului, kg/m³.

Diametrul cuptorului alungit în argile este :

$$D_{cup} = 15 \; d \sqrt{\Delta}, \text{ m}, \qquad (20)$$

unde :

D_{cup} este diametrul cuptorului, m ;
d — diametrul încărcăturii, m ;
Δ — densitatea de încărcare a explozivului, kg/m³.

În practica utilizării găurilor de cuptor, forma încărcăturilor este, în majoritatea cazurilor, între sferică și alungită.

În privința explozivilor care se utilizează, este recomandabil ca la formarea cuptorului să fie întrebuințați explozivi al căror potențial sau capacitate de lucru este cît mai mare (dinamite), iar încărcătura de bază să fie formată din explozivi care produc un volum cît mai mare de gaze de explozie (Nitramon, AM_1 etc.)

Altfel spus, se alege un exploziv la care gazele formate pot să se mențină la o presiune cît mai ridicată, într-un interval de timp cît mai lung, pentru a exista posibilitatea ca aceste gaze să

pătrundă în fisurile formate în jurul cuptorului și să le lărgească.

3. *Utilizarea încărcăturilor amplasate în găuri cu cuptor pentru săparea de canale, tranșee, drumuri etc. prin aruncarea materialului*

În funcție de lățimea de săpare și de adîncimea excavației, se pot utiliza :

— încărcături amplasate într-un singur rînd cu aruncarea uniformă a rocii în ambele părți ale excavației;

— încărcături amplasate în mai multe rînduri, cu dirijarea aruncării uniforme în ambele părți ale excavației;

— încărcături amplasate în mai multe rînduri, cu dirijarea aruncării într-o singură parte a excavației.

Rezultatele cele mai bune se obțin prin amplasarea încărcăturilor pe mai multe rînduri.

La calculul încărcăturilor concentrate de explozivi pentru aruncarea rocii, se ține seama, în mod deosebit, de indicele de acțiune sau de aruncare n, care este dat de relația :

$$n = \frac{r}{W}, \qquad (21)$$

unde :

n este indicele de acțiune a exploziei sau de aruncare;

r — raza feței bazei craterului format prin îndepărtarea rocii, m;

W — anticipanta, m.

Atunci cînd :

$n = 1$, încărcătura se consideră normală,

iar cînd :

$n < 1$, încărcătura se consideră redusă.

Pentru $n = 0{,}75$, conul de rupere nu se mai formează, iar încărcătura este denumită de afinare.

Pentru $n = 0{,}5$, explozia este suficientă pentru producerea unui efect de compresiune asupra rocii, iar aceste încărcături sînt utilizate, de regulă, la formarea cuptoarelor și sînt denumite încărcături de compresiune.

Cînd $n > 1$, încărcătura se consideră amplificată și se recomandă pentru n valori cuprinse între 1,5 și 3.

Adîncimea excavației după explozie :

$$h_1 = \alpha\, W\,(2n - 1),\ \text{m}, \qquad (22)$$

unde :

W este anticipanta, m;

n — indicele de aruncare;

h_1 — adîncimea excavației după explozie, m;

α — coeficient empiric în funcție de proprietățile fizico-mecanice ale rocilor împușcate.

Pentru roci stîncoase și nestîncoase, la care indicele de aruncare $n \leqslant 2$, se poate lua cu siguranță valoarea $\alpha = 0{,}33$, astfel că relația (21) devine :

$$h_1 = 0{,}33\,W(2n + 1),\ \text{m}. \qquad (22')$$

Pentru roci la care valoarea coeficientului de aruncare $n > 2$, respectiv pentru terenuri comprimabile, adîncimea excavației se determină cu relația :

$$h_1 = W + R_{cc},\ \text{m}, \qquad (23)$$

unde :

R_{cc} este raza de compresiune a terenului, la împușcare cu încărcături concentrate, m.

Această rază se determină cu relația :

$$R_{cc} = 0{,}062\sqrt[3]{n \cdot Q_{ar}},\ \text{m}, \qquad (24)$$

unde :

Q_{ar} este greutatea încărcăturii de aruncare, kg;

n — factorul de proporționalitate, în care se iau în considerare proporțiile de compresiune ale rocilor sub acțiunea exploziei.

Pentru roci stîncoase comprimabile, $n = 10$.

Pentru roci nestîncoase, de rezistență medie, $n = 150$.

Pentru argilă, $n = 250$.

Determinarea încărcăturii normale de aruncare

$$Q_{1\,ar} = q_n \cdot W^3(0{,}4 + 0{,}6n^3),\ \text{kg}, \qquad (25)$$

unde :

q_n este consumul specific de exploziv pentru o aruncare normală, kg/m³;

W — anticipanta, m;

n — indicele de aruncare.

Pentru determinarea încărcăturii concentrate de aruncare, ținînd seama și de proprietățile de comprimare a rocilor, există mai multe relații, dintre care redăm.

- Pentru $W < 25$ m

$$Q_{2ar} = q_n W^3(0{,}4 + 0{,}6\ n^3),\ \text{kg}, \qquad (26)$$

unde :

q_n este consumul specific de exploziv pentru o aruncare normală, kg/m³;

$f\,(n) = 0{,}4 + 0{,}6\ n^3$ are, în funcție de indicele de aruncare, următoarele valori :

n	1,0	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3
$f(n) = An^3 - An^2 + 1$	1,0	1,57	2,42	3,61	5,20	7,23	9,77	12,88	16,6

A fiind un coeficient empiric.

● În cazul cînd $W > 25$ m, se utilizează relaţia :

$$Q_{3ar} = q_n W^3(0{,}4 + 0{,}6\ n^3)\sqrt{\frac{W}{25}},\ \text{kg}. \quad (27)$$

O altă relaţie este :

$$Q_{4ar} = q_n . W^3(An^3 - An^2 + 1),\ \text{kg}, \quad (28)$$

unde :

A — coeficient empiric.

Cînd $1{,}1 < n < 2{,}1$, valoarea lui $A = 3{,}1 - n$.

Dacă $n > 2{,}1$, $A = 1$.

În funcţie de valoarea coeficientului de acţiune a exploziei, $f(n) = An^3 - An^2 + 1$ primeşte următoarele valori :

n	1	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,50	2,75	3,0
$f(n)=An^3-An^2+1$	1	1,72	2,8	4,6	54	7,33	10,37	14,24	19,0

Cînd se ţine seama de unghiul pantei :

$$Q_{5ar} = q_n W^3(0{,}4 + 0{,}6\ n^3) . \sqrt{\cos\alpha},\ \text{kg}, \quad (29)$$

în care :

α este unghiul de înclinare al suprafeţei pantei.

Relaţia se utilizează cînd $\alpha > 20°$.

● Distanţa între încărcăturile de aruncare din acelaşi rînd :

$$a = 0{,}5W(n + 1),\ \text{m}. \quad (30)$$

● Distanţa între două rînduri de încărcături concentrate de aruncare :

$$b = 0{,}42\ W\ (n + 1),\ \text{m}, \quad (31)$$

sau :

$$b = (0{,}6 \div 0{,}8)a,\ \text{m}. \quad (31')$$

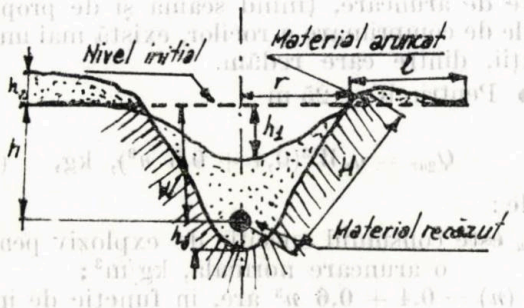


Fig. 5. Secţiune printr-un crater provocat de o explozie nucleară subterană :
h — adîncimea de amplasare a explozivului ; h_1 — adîncimea excavaţiei după explozie ; h_2 — înălţimea păturii de material aruncat ; h_3 — adîncirea în vatră ca urmare a exploziei ; H — înălţimea pe înclinare a taluzului ; l — lăţimea zonei de împrăştiere ; r — raza conului (craterului) ce se formează în urma exploziei ; W — anticipanta

● Lăţimea zonei de împrăştiere :

$$l = 5\ W.n,\ \text{m}. \quad (32)$$

● Înălţimea (grosimea) păturii de material aruncat :

$$h_2 = (0{,}6 - 0{,}75)\frac{W}{n}. \quad (33)$$

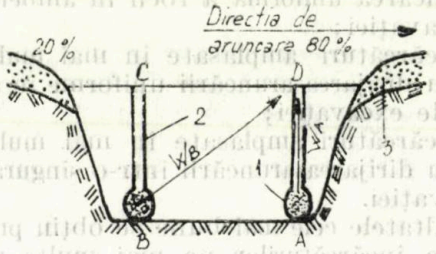


Fig. 6. Găuri cu cuptor amplasate pe două rînduri, cu aruncarea materialului în direcţia stabilită :
1 — încărcătură concentrată de exploziv ; 2 — buraj ; 3 — material aruncat

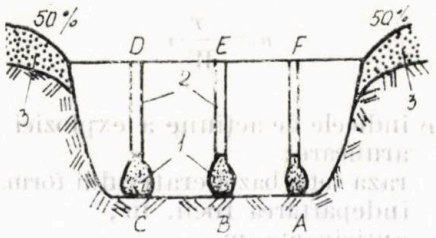


Fig. 7. Găuri cu cuptor amplasate pe trei rînduri, cu aruncarea materialului în ambele părţi :
1 — încărcătură concentrată de exploziv ; 2 — buraj ; 3 — material aruncat

Adîncirea în vatră ca urmare a exploziei :

$$h_3 = (0{,}1 - 0{,}25)\ W,\ \text{m}. \quad (34)$$

● Înălţimea pe înclinare a taluzurilor :

$$H = W\sqrt{n^2 + 1},\ \text{m}. \quad (35)$$

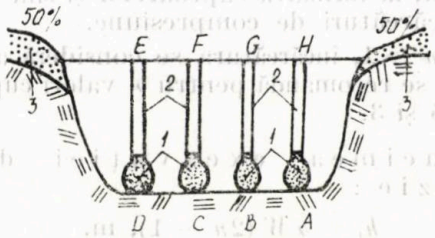


Fig. 8. Găuri cu cuptor amplasate pe patru rînduri, cu aruncarea materialului în ambele părţi :
1 — încărcătură concentrată de exploziv ; 2 — buraj ; 3 — material aruncat

Pentru ca materialul să fie aruncat în direcţia dorită, mărimea încărcăturii din rîndurile opuse direcţiei de aruncare va fi mai mare cu 1,25—1,75 decît încărcătura din primul rînd.

Intervalele de întîrziere între explozia rîndurilor se iau între 1 și 3 s.

Pentru ilustrarea dirijării aruncării, a se vedea figurile 5, 6, 7, 8 și 9.

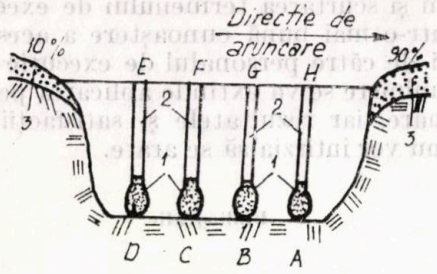


Fig. 9. Găuri cu cuptor amplasate pe patru rînduri, cu dirijarea aruncării materialului într-o singură direcție: *1* — încărcătură concentrată de exploziv; *2* — buraj; *3* — — material aruncat

În figura 5 este prezentat rezultatul exploziei unor încărcături nucleare, considerate ca amplasate pe un singur rînd. Aceste rezultate sînt redate în tabelul 4.

Aruncarea materialului este egală în ambele părți ale craterului.

Mărimea încărcăturilor din rîndul din mijloc va fi cu 50% mai mare decît a încărcăturilor laterale.

Încărcăturile din rîndurile laterale se vor împușca cu seria zero, iar încărcăturile din rîndul din mijloc se vor împușca cu o întîrziere de 1000 ms sau 1 s, astfel ca roca aruncată de explozia rîndurilor laterale să fie prinsă în aer de roca aruncată prin explozia rîndului din mijloc și să fie dirijată în ambele părți ale tranșeei în mod egal.

În figura 8 sînt redate încărcături amplasate pe patru rînduri, cu aruncarea materialului în ambele părți.

Încărcăturile de pe rîndurile B și C, respectiv din mijlocul tranșeei, vor fi mai mari cu 50% decît încărcăturile de pe rîndurile laterale A și D.

Încărcăturile de pe rîndurile laterale se vor împușca cu seria zero, iar cele de pe rîndurile din mijloc cu o întîrziere de 1 s.

Prin acest procedeu roca aruncată din rîndurile laterale va fi prinsă în aer de către roca aruncată din rîndurile din mijloc și orientată spre cele două părți ale excavației, datorită fap-

Tabelul 4

Felul rocii	Operația	Mărimea încărcăturii, Q, kt	Adîncimea, h, m	Raza craterului, r, m	Adîncimea excavației, h_1, m	Volumul m³
Aluviuni	Teapot	1,2	20,4	44,5	27,4	$7{,}34 \cdot 10^4$
	Sedan	100	194	184	97,5	$5{,}04 \cdot 10^6$
Bazalt	Dannyboy	0,42	33,5	32,5	18,9	$2{,}75 \cdot 10^4$
Tuf	Neptune	0,115	30,5	30,5	10,7	$1{,}68 \cdot 10^4$

În figura 6 sînt redate încărcături amplasate pe două rînduri cu aruncarea dirijată a materialului rezultat.

Mărimea încărcăturilor din rîndul 2 va fi cu 50% mai mare decît cea a încărcăturilor din rîndul 1.

Din figură rezultă că anticipanta încărcăturilor din primul rînd este orientată vertical pe direcția AD, iar anticipanta încărcăturilor din rîndul al doilea este orientată pe direcția BD.

Explozia încărcăturilor din rîndul 2 se va face la un interval de 1—3 s, astfel că roca aruncată din explozia primului rînd va fi prinsă în aer de către explozia rîndului al doilea și dirijată pe direcția anticipantei. În această situație, circa 80% din materialul proiectat merge în direcția dorită și 20% în direcția opusă.

În figura 7 sînt redate încărcături amplasate pe trei rînduri, cu aruncarea materialului în ambele părți.

tului că anticipantele rîndurilor din mijloc sînt orientate pe direcția BH și CE.

În figura 9 sînt redate încărcături amplasate pe 4 rînduri, cu aruncarea dirijată a materialului într-o direcție stabilită.

Mărimea încărcăturilor va fi:

$QA = Q$
$QB = 1{,}25\ Q$
$QC = 1{,}50\ Q$
$QD = 1{,}75\ Q$.

Ordinea împușcării la intervale de o secundă va fi:

— rîndul A cu seria 0;
— rîndul B cu seria 2;
— rîndul C cu seria 4;
— rîndul D cu seria 6.

Anticipanta de pe rîndul A va avea direcția verticală, iar anticipantele din rîndurile B, C și D vor fi orientate pe direcțiile BH, CG și DF, astfel că roca va fi proiectată circa 90% în direc-

ţia stabilită şi prin faptul că explozia fiecărui rînd prinde în aer roca din rîndul explodat anterior şi îi imprimă un nou impuls în direcţia aleasă.

Prin utilizarea unor întîrzieri de ordinul secundelor, se diminuează şi efectul seismic al exploziei.

Întrucît roca ce se impuşcă prin seriile cu întîrziere are un grad de fisurare mai avansat decît cea din seria zero, se recomandă ca explozivul utilizat să fie pe bază de azotat de amoniu (AM_1, Nitramon), întrucît degajă un volum de gaze de 1,5 ori mai mare decît dinamita, lucru care ajută scopului urmărit.

Concluzii

Tehnologia de lucru cu încărcături explozive amplasate în găuri cu cuptor, deşi nu este nouă, are o utilizare destul de restrînsă faţă de rezultatele tehnologice şi economice ce se obţin.

Această tehnologie se poate aplica în lucrările miniere la zi la o gamă variată de roci şi substanţe minerale utile, care se extinde de la categoria a III-a şi pînă la categoria a VI-a de tărie, după M. M. Protodiakonov, şi a căror porozitate este mai mare de 2%.

De asemenea, dă rezultate foarte bune în rocile şi substanţele minerale utile cu plasticitate ridicată.

Consumurile de materiale explozive, materiale de iniţiere, energie, manoperă, sape şi prăjini de foreză, precum şi costurile pe metru cub de material derocat sînt mai reduse cu de două pînă la trei ori faţă de tehnologia de derocare cu găuri obişnuite de sondă.

Aria de utilizare a tehnologiei se extinde şi la lucrările unde este necesară aruncarea materialului derocat, realizîndu-se economii la cost, precum şi scurtarea termenului de execuţie.

Printr-o mai bună cunoaştere a acestei tehnologii de către personalul de execuţie din unităţile miniere se va extinde aplicarea pe o scară mai mare, iar rezultatele şi satisfacţiile ce le oferă nu vor întîrzia să se arate.

Bibliografie

[1] Almăşan, B., Pavel, Gh. *Perfecţionarea tehnologiilor de săpare a lucrărilor miniere*. Ed. tehnică, Bucureşti, 1983.

[2] Caguot, A., Kerisel, J. *Tratat de mecanica pămînturilor*. Ed. tehnică, Bucureşti, 1968.

[3] Fodor, D. ş. a. *Exploatări miniere la zi. Exemple de calcul*. Ed. tehnică, Bucureşti, 1983.

[4] Guşcin, V. I. Culegere de probleme în tehnica folosirii explozivilor. Ed. tehnică, Bucureşti, 1974.

[5] Kutusov, B. N. *Lucrări de puşcare*. Ed. Nedra, Moscova, 1974.

[6] Poboran, V. *Exploatări miniere la zi*. Ed. didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1964.

[7] Popescu, V. *Săparea lucrărilor miniere subterane*. Ed. tehnică, Bucureşti, 1980.

[8] Stamatiu, M. *Mecanica rocilor*. Ed. didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1962.

[9] Muste, I. *Găuri de împuşcare cu cuptor folosite la carierele de la Exploatarea minieră Aghireş*. Revista Mine, Petrol şi Gaze, nr. 9/1979.

[10] Nicoară, I. *Posibilităţi de creştere a eficienţei derocării rocilor din cariere, cu explozivi amplasaţi în găuri de sondă cu cuptor*. Revista Mine, Petrol şi Gaze, nr. 3, 1984.

Contribuţia Uzinei de utilaj minier şi reparaţii Baia Mare la realizarea „Sistemei de utilaje de perforat"

Dr. ing. V. Ţiplea

Introducere

Uzina de utilaj minier şi reparaţii Baia Mare produce şi are în curs de asimilare utilaje miniere de perforat pentru lucrări în abataje, preabataje şi galerii. Perforarea rocilor, în funcţie de metodele de exploatare aplicate, se face utilizînd perforatoare pneumatice sau hidraulice montate pe cărucioare de perforat cu braţe acţionate hidraulic, instalaţii de perforare montate pe suporţi telescopici cu fixare mecanică în vatra galeriei şi boltă şi alte tipuri de instalaţii. Din experienţa noastră, am constatat că, în cazul unui bazin minier, se conturează o gamă de utilaje de perforat care este rezultatul analizei condiţiilor concrete de lucru şi tehnologice din subteran şi cariere.

Utilajele prezentate în lucrare sînt de complexitate ridicată, acoperă o gamă diversificată de lucrări de perforare în subteran şi cariere şi sînt echipate cu trei tipuri de perforatoare pneumatice cu greutăţi de 29 ; 95 şi 155 kg. Gama de diametre a găurilor perforate este între 40 şi 64 mm, iar, în cazuri speciale, se pot perfora găuri cu diametre de 75 mm. Avînd în vedere condiţiile diversificate de lucrări miniere dintr-un bazin minier ce are în componenţă exploatări subterane şi cariere, lucrarea prezintă o gamă de utilaje de perforat ce pot realiza operaţia de perforare cu productivitate maximă în condiţiile metodelor de exploatare complexe şi diverse.

Sistema de utilaje de perforat poate fi dezvoltată în continuare, utilizînd unele subansamble din componenţa utilajelor menţionate mai sus, pentru a realiza noi tipuri de cărucioare şi instalaţii de perforat. În general, perforatca-

rele, motoreductoarele, sania de ghidare a perforatorului, cu întreaga instalaţie pneumatică, grupurile hidraulice pot constitui subansamble tipizate pentru sistema de utilaje miniere analizată.

În domeniul fabricaţiei cărucioarelor de perforat, U. U. M. R. Baia Mare dispune de o experienţă în producţia principalelor subansamble ale acestora, avînd asimilat în întregime sistemul pneumatic compus din motoare pneumatice cu pistoane şi palete, panouri de comandă complexe, ungătoare de linie şi perforatoare de mare capacitate, subansamble ce se utilizează şi la alte tipuri de utilaje. Pînă în prezent s-au executat prototipuri de cărucioare de perforat pe şenile şi pe roţi de cale ferată, după cum urmează.

CUP-1 S Cărucior universal de perforat cu un braţ, pe şenile

Utilajul este destinat lucrărilor de perforare în galerii, preabataje şi abataje. Utilizează perforator pneumatic P—90 şi sfredel monobloc Φ 40 mm. Braţul este montat pe un şasiu cu şenile acţionate hidraulic (fig. 1). Fiecare şenilă

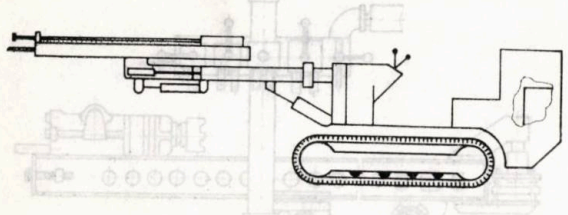


Fig. 1. Cărucior de perforat CUP-1 S

are acţionare independentă, ceea ce îi asigură o mare mobilitate. Braţul hidraulic dispune de posibilitatea de rotaţie în jurul axei sale cu 360°, execuţia de găuri paralele şi înclinate faţă de axa galeriei. Suportul perforatorului (sania de glisare) poate fi poziţionat la 90° faţă de braţul pe care se fixează, deci poate executa şi găuri perpendiculare pe axa galeriei. Se poate demonta în subansamble ce pot fi transportate cu uşurinţă pe suitori şi galerii. Echipamentul hidrauilic se compune din : grup hidraulic, compus din motor pneumatic ce acţionează pompa hidraulică, cilindri hidraulici, supape, distribuitoare şi motoare hidraulice pentru rotirea braţului şi avansul perforatorului. Utilizînd elemente hidraulice, s-a putut realiza o construcţie uşoară şi rezistentă, avînd o bună anduranţă a utilajului în exploatare. Principalele caracteristici sînt prezentate în tabelul 1.

CUP-2 S Cărucior universal de perforat cu două braţe, pe şenile

Utilizează braţele perforatorului şi sistemele pneumatice şi hidraulice ale căruciorului de perforat CUP-1 S. Utilajul (fig. 2) este

Tabelul 1

Principalele caracteristici tehnice	CUP-1 S	CUP-2 S	2 T 25 C
Presiunea aerului de acţionare, bar	4—6	4—6	5—7
Presiunea hidraulică, bar	100	100	140
Presiunea apei de spălare, bar	4—5	4—5	4—6
Viteza de deplasare, km/h	max. 3,6	max. 3,6	max.3
Perforator	P-90	P-90	PG-80M
Cursă perforator, mm	1 600	1 600	3 000
Înălţimea maximă de perforare, mm	3 000	3 000	3 800
Unghiul de rotire braţ, grade	360	360	0—180
Lăţimea, mm	880	1 270	1 700
Lungimea, mm	4 780	4 960	7 740
Înălţimea, mm	1 400	1 400	1 700
Aria secţiunii de săpare, m²	3,2—10,2	3,8—12,6	25
Masa netă, kg	2 200	3 800	7 900

destinat lucrării de mare productivitate, în special perforării în galerii, dar poate fi utilizat şi în abataje şi preabataje, datorită marii mobilităţi a braţelor.

Cele două braţe sînt montate pe un şasiu cu şenile, acţionate separat prin intermediul unui motor pneumatic (L-12) şi reductor. Braţele au o foarte bună mobilitate, putînd realiza secţiuni de galerii pînă la 12,6 m² dintr-o singură pozi-

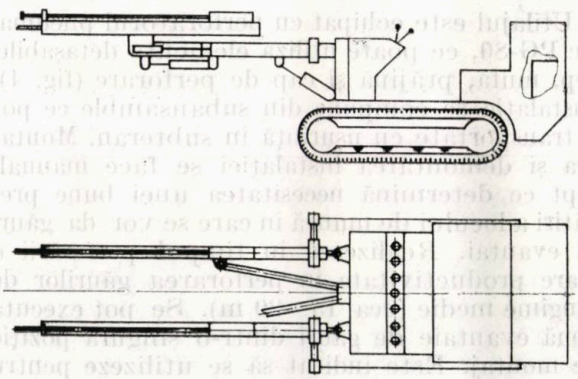


Fig. 2. Cărucior de perforat CUP-2 S

ţie de lucru a utilajului. Înălţimea la care se pot perfora găuri paralele este de maximum 3 000 mm, dar braţul poate fi executat în construcţie specială, la cerere, pentru înălţimi mai mari. Principalele caracteristici rezultă din tabelul 1.

2T 25 C Cărucior de perforat cu două braţe, pe cale ferată

Utilajul este destinat săpării de tuneluri cu secţiuni pînă la 25 m². În funcţie de condiţiile tehnologice pentru care au fost concepute, aceste cărucioare au fost realizate în două variante constructive (2 T 25 C şi CP-2 B), la U. U. M. R. Baia Mare, în stadiu de prototip.

Căruciorul dispune de un sistem hidraulic compus din grup hidraulic (motor pneumatic și pompă cu roți dințate), sistem de rotire a brațelor cu roată dințată și cremalieră acționată hidraulic, cilindri, supape, drosel și distribuitoare (fig. 3). Brațele sînt echipate cu perforatoare pneumatice grele de 95—155 kg. Subansamblele celor două tipuri de cărucioare de perforat pot fi adaptate și pe alte tipuri de cărucioare de perforat în cariere sau în abataje. Pentru căruciorul de perforat 2 T 25 C se dau o parte din principalele caracteristici tehnice în tabelul 1.

Pentru perforarea găurilor în evantai, unde accesul cărucioarelor este greoi și, în cazul cînd tehnologia minieră impune acest lucru, se utilizează cu succes două tipuri de instalații de perforat.

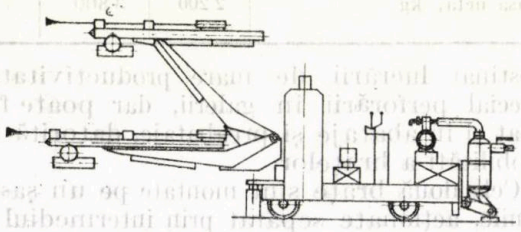


Fig. 3. Cărucior de perforat 2 T 25 C

I PG-80 Instalație de perforat găuri medii în evantai

Utilajul este echipat cu perforatorul pneumatic PG-80, ce poate utiliza elemente detașabile, cep, mufă, prăjină și cap de perforare (fig. 4). Instalația se compune din subansamble ce pot fi transportate cu ușurință în subteran. Montarea și demontarea instalației se face manual, fapt ce determină necesitatea unei bune pregătiri a locului de muncă în care se vor da găuri în evantai. Realizează în timpul perforării o mare productivitate în perforarea găurilor de lungime medie (cca. 15—20 m). Se pot executa două evantaie de găuri dintr-o singură poziție de montaj. Este indicat să se utilizeze pentru lucrări de perforare ce necesită lungimi de găuri pînă la 20 m și diametre de 51 mm.

Principalele caracteristici rezultă din tabelul 2.

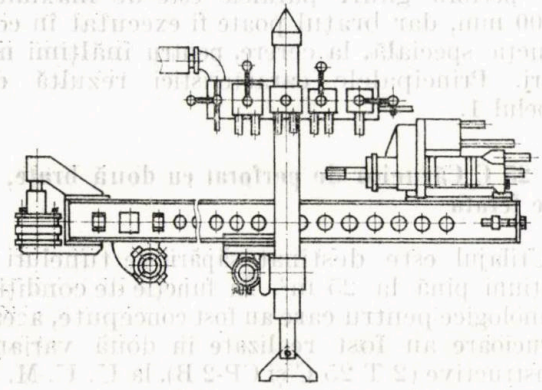


Fig. 4. Instalație de perforat PG-80

Tabelul 2

Caracteristici tehnice principale	PG-80	PG-155
Presiunea aerului de acționare, bar	5—6	5—7
Presiunea apei de spălare, bar	4—6	4—6
Rotire afet în plan vertical, grade	360	360
Rotire afet în plan orizontal, grade	160	160
Cursa perforatorului, mm	1 450	1 460—3 290
Lungime afet, mm	2 470	2 490—4 320
Puterea motorului pneumatic de avans, CP	3	3
Viteză de avans, m/min	0—4	0—4
Consum de aer comprimat, m^3/min	8,2	16,5
Elemente de tăiere detașabile, mm	32(1 1/4″)	38(1 1/2″)

I PG-155 Instalație de perforat găuri lungi

Utilajul este echipat cu perforator pneumatic PG-155 (fig. 5). Este destinat lucrărilor de mare productivitate și poate fi echipat și cu alte tipuri de perforatoare pneumatice grele

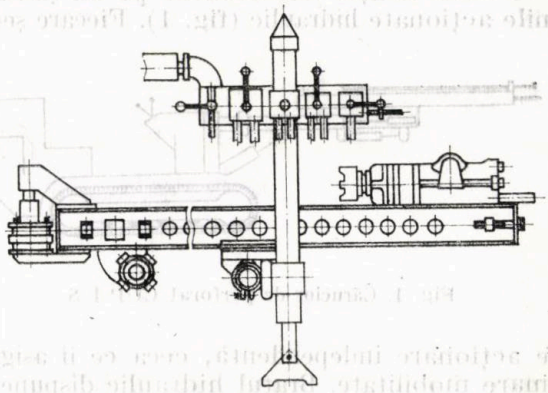


Fig. 5. Instalație de perforat PG-155

pentru lucrări în subteran și în cariere. În situația că se impune perforarea rocilor semi- și foarte dure se poate utiliza o variantă a perforatorului PG-155 și anume PG-155 S cu o greutate de 170 kg. Prin construcția sa, perforatorul PG-155 dispune de un moment de rotație mărit, instalația fiind utilizată cu succes în cariere pentru găuri de ∅ 64 mm și lungimi de gaură pînă la 25 m.

Principalele caracteristici rezultă din tabelul 2.

Pentru diferite condiții de lucru în exploatări miniere și cariere, în funcție de metodele de exploatare și dotarea existentă, se produc și se livrează ca utilaje independente perforatoarele grele PG-80 și PG-80 M (fig. 6 *a* și *b*).

În funcție de scula de perforat, acestea sînt destinate echipării cărucioarelor de perforat tuneluri, PG-80 M cu sfredel monobloc, și cărucioarelor pentru perforat în abataje, PG-80 cu elemente detașabile: cep, mufă de legătură, prăjină și cap de perforare în cruce.

Perforatorul dispune de un mecanism de percuţie compus din piston, cilindru şi subansamblu distribuţie şi mecanism de rotaţie, compus din motor pneumatic cu roţi dinţate şi reduc-

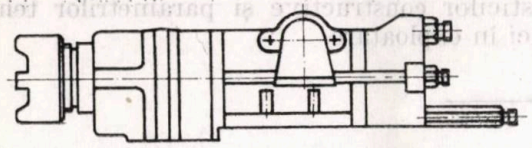


Fig. 6 *a*. Perforatorul greu PG-80

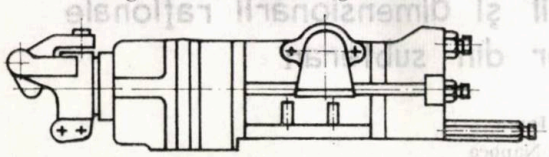


Fig. 6 *b*. Perforatorul greu PG-80 M

tor de turaţii. Este un utilaj destinat lucrărilor de mare productivitate şi dispune de o mare anduranţă în funcţionare.

Uzina producătoare realizează în laboratoarele proprii teste privind momentul de rotaţie la cep, numărul de lovituri pe minut al pistonului, turaţia cepului şi consumul de aer.

Principalele caracteristici rezultă din tabelul 3.

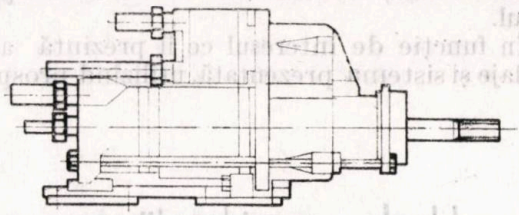


Fig. 7 Perforatorul PG-155

Perforatorul PG-155 (fig. 7) este destinat echipării cărucioarelor de perforat pentru secţiuni mari, pentru perforarea găurilor în abataje şi în galerii.

Se utilizează, în general, în locuri unde se aplică metode de mare productivitate. Poate fi utilizat şi în cariere, pentru a executa găuri verticale, iar, în cazul unor condiţii mai grele de perforat, se utilizează varianta PG-155 S, cu un moment de rotaţie mărit.

Principalele caracteristici rezultă din tabelul 4.

Tabelul 3

Caracteristici tehnice principale		PG-80	PG-80 M
		Cap de tăiere detaşabil antrenat prin cep tip Leyner sau cu 4 aripi R 32 (1 1/4″)	Cap de tăiere monobloc
Presiunea de lucru	aer comprimat, bar	5—7	5—7
	apă de spălare, bar	4—5	4—5
Mecanism percuţie	alezaj	125	125
	cursa	40	40
	frecvenţa loviturilor, min^{-1}	2 900—3 400	2 900—3 400
Mecanism de rotaţie	turaţia de ieşire în sarcină, min^{-1}	100—220	100—220
	momentul de ieşire minim la 5 bar şi 160 min^{-1}	4,2 daNm	4,2 daNm
Masa netă		95 kg	95 kg

Tabelul 4

Caracteristici tehnice principale		PG-155	PG-155 S
Masa, kg		155	170
Recomandat pentru	tipuri de roci	moi-semidure	semi-foarte dure
	Ø minim . . .	48—64	51—75
	max. al găurii, mm		
	lungimea maximă a găurii, m	25	40
Presiunea de lucru, bar		4—6	4—6
Presiunea nominală, bar		5	5
Alezajul, mm		125	125
Cursa, mm		46	72—75
Număr lovituri, min^{-1}		2 750	1 750
Turaţia nominală, min^{-1}		160	160
Moment nominal, Nm		200	200
Consum de aer (la 6 bar)	percuţie, m^3/min	9,0	11,0
	rotaţie, m^3/min	2,8	2,8
	suflare, m^3/min	2,7	2,7
	Total, m^3/min	14,5	16,5

Perforatorul PG-155 S, în construcție specială, va putea fi realizat la cererea expresă a beneficiarilor, urmînd să se realizeze prototipul.

În funcție de interesul ce îl prezintă aceste utilaje și sistema prezentată, utilizînd prospecte, cărți tehnice și făcînd discuții cu specialiștii U. U. M. R. Baia Mare, se pot aprofunda problemele tehnice legate de fiecare utilaj în parte, pînă la cunoașterea, în detaliu, a tuturor caracteristicilor constructive și parametrilor tehnologici în exploatare.

Unele considerații asupra structurii și dimensionării rationale a personalului muncitor din subteran

Dr. ing. V. Iga
I.C.P.M.S.N. Cluj-Napoca

I. Căi de îmbunătățire a utilizării forței de muncă

Folosirea rațională a forței de muncă — factor important de creștere a productivității muncii sociale — a constituit obiectul unor importante măsuri organizatorice, îndeosebi în ultimele trei cincinale, legate de extinderea normării personalului tehnic și economic, de alte specialități și administrativ, aplicarea în toate unitățile a normelor unitare de structură, stabilirea, prin plan, a ponderilor de personal TESA în numărul total al personalului muncitor. Începînd cu anul 1981, s-a aplicat o nouă structură a personalului muncitor, avînd ca principal scop scăderea treptată a ponderii personalului din activitățile neproductive, auxiliare, și trecerea lucrătorilor eliberați din aceste munci în activitatea de bază a unităților.

1. Activități direct corelate în procesul de producție

Ținînd seama de particularitățile procesului de producție din sectorul minier, sugerăm unele posibilități de îmbunătățire a utilizării forței de muncă prin dimensionarea și structurarea optimă a personalului muncitor din subteran.

Pornim de la premisele îndeobște cunoscute și acceptate : în subteran are loc prima acțiune asupra obiectului muncii, urmînd ca acesta (minereul excavat) să sufere, în funcție de fluxul tehnologic, modificările necesare; dimensionarea întregii activități de la suprafață și a bazei ei tehnico-materiale (personal, utilaje, construcții etc.) este condiționată de activitatea din subteran, care deține deci un caracter prioritar în obținerea producției.

Pentru extragerea substanței minerale utile, unitățile miniere execută un complex de lucrări (distincte ca succesiune și tehnologie) de deschidere, pregătire și abataj. Organizarea personalului muncitor din subteran este strîns legată de această desfășurare a procesului de producție specific. În funcție de locul de muncă și activitatea pe care o prestează fiecare om al muncii, s-a adoptat următoarea grupare pe categorii :

1 — muncitori direct productivi ;
2 — muncitori indirect productivi ;
3 — muncitori de deservire ;
4 — personal tehnic productiv.

Avînd însă în vedere că, în condițiile din subteran, activitățile indirect productive și de deservire sînt indispensabile bunului mers al procesului de producție, aflîndu-se într-o relație intimă cu cele de bază, opinăm ca *întregul personal muncitor ce își desfășoară activitatea în subteran să fie încadrat în grupa „direct productivi", el contribuind deopotrivă la extragerea substanței minerale utile.*

De fapt, cine sînt acești lucrători „indirect productivi" și de „deservire" și în ce constă munca lor ?

O primă categorie o constituie lucrătorii de la punctele fixe : stații de pompare (care evacuează la suprafață apa din și de pe obiectul muncii ; deci, o activitate necesară pentru a se acționa direct asupra obiectului muncii) ; stații de ventilatoare (care evacuează gazele viciate emanate de obiectul muncii sau de exploziile provocate în vederea depilării obiectului muncii, pentru a se putea acționa direct asupra minereului) ; stații de compresoare (necesare producerii aerului comprimat, care pune în mișcare utilajele cu care se acționează direct asupra obiectului muncii). Cea de-a doua grupă este formată din lucrători de la transport și încărcarea-descărcarea diferitelor materiale și piese : lemn de mină (necesar susținerii lucrărilor miniere, pentru a se putea acționa direct asupra obiectului muncii), bolțari (necesari la susțineri sau la ridicarea rostogoalelor pentru evacuarea minereului, creînd posibilitatea mișcării obiectului muncii), piese de schimb (necesare reparării utilajelor din dotarea formațiilor de lucru sau a minei — cu care se acționează direct asupra obiectului muncii) etc.

Pe de altă parte, atît obiectul muncii, cît și lucrătorii sînt în același loc : în subteran, iar,

într-un fel sau altul, toți acești lucrători acționează mai mult sau mai puțin direct asupra obiectului muncii.

Toate activitățile din subteran sînt productive nu pentru că influențează productivitatea muncii din producția nemijlocită, ci pentru că sînt părți inseparabile ale ei, produsul material — minereul — rezultînd din executarea întregului ansamblu de munci și de funcții ce revin muncitorului productiv colectiv.

Problema nu este pur teoretică, ci are însemnate implicații practice, întrucît întreprinderile miniere trebuie să se încadreze în normative (procente din numărul total de personal), pentru grupele „indirect productivi" și „deservire".

În etapa actuală, cînd se impune reducerea — pe baza unor măsuri judicios gîndite — a numărului de personal neangrenat direct în producție și trecerea acestuia în cadrul personalului de producție, cu efecte pozitive asupra utilizării raționale și eficiente a forței de muncă, principalele rezerve de sporire în continuare a eficienței muncii sociale pot fi puse în valoare prin acțiuni de îmbunătățire a utilizării personalului de producție. Revoluția tehnico-științifică, adîncind deopotrivă diviziunea muncii și cooperării între diferite activități, produce schimbări radicale. Crește rolul profesiilor legate de deservirea utilajelor, de întreținerea lor, de aprovizionarea cu piese, materiale; sporește greutatea specifică a unor meserii ca mecanic de întreținere, mecanic lăcătuș, electrician ș. a., de calitatea muncii cărora depinde randamentul omului de la frontul de lucru.

2. Opțiunea pentru o creștere reală a productivității muncii

În contextul acestor realități, prezentăm în tabelul 1 cîteva ipoteze de împărțire a personalului muncitor (pe exemplul unei centrale miniere).

● Ipoteza I: situația existentă, corespunzătoare actualelor normative de personal.

● Ipoteza a II-a: reducerea numărului de muncitori direct productivi cu 1 000, datorită acțiunilor de mecanizare (de exemplu săparea suitorilor cu găuri lungi de mină) și aplicării metodelor de exploatare de mare productivitate (în locul metodei ascendente cu rambleu uscat — utilizarea rambleului hidraulic sau a metodelor de exploatare combinate, cameră cu pilieri). Acestea asigură o îmbunătățire a productivității muncii pe mină, dar, în același timp, ponderea muncitorilor indirect productivi și de deservire, precum și a personalului de conducere, administrativ și funcționari depășește nivelurile din normative.

● Ipoteza a III-a: reducerea numărului de muncitori direct productivi cu 1 000 persoane și încadrarea în normativele de personal (care sînt maximale), astfel că, față de situația existentă, trebuie să se reducă numărul muncitorilor indirect productivi cu 109, al muncitorilor de deservire cu 58 și al personalului de conducere, administrație și funcționari cu 64.

Unele întreprinderi miniere preferă să-și păstreze numărul de muncitori direct productivi — renunțînd la o posibilitate importantă de creștere a productivității muncii — pentru a nu fi nevoie să reducă și numărul (stabilit potrivit normativului) la celelalte categorii de personal.

Unitățile miniere, în care nivelul de mecanizare și tehnologiile permit aplicarea ipotezei a II-a, nu pot reduce personalul indirect productiv și de deservire (volumul producției este cel puțin ca și la situația inițială, fronturile de lucru trebuie aprovizionate cu materialele și piesele necesare, numărul punctelor fixe rămîne același), acesta fiind indispensabil pentru a se crea cele mai bune condiții muncitorilor de la front. Evident, în cazul cuprinderii întregului personal muncitor din subteran în grupa muncitorilor direct productivi, rezolvarea problemei ar fi cît se poate de simplă, reducerea personalului total cu circa 3% asigurînd un însemnat spor de productivitate.

Întrucît condițiile de zăcămînt și dotare tehnico-materială diferă de la o mină la alta, ni se pare că ar fi mai firesc ca *determinarea grupării personalului muncitor să se facă nu uniform, ci de către înseși unitățile miniere, cu deplina responsabilitate pe care le-o conferă autoconducerea și autogestiunea și pe care le-o impun indicatorii de eficiență economică.*

Bineînțeles, ar urma să se respecte anumite restricții, care pot fi cel mai bine explicate prin relația cauză-efect. Adică, la mișcarea personalului dintr-o grupă (subgrupă) în alta, există o cauză care are drept consecință (efect) o îmbunătățire a activității, materializată pe planul indicatorilor economici, în speță creșterea productivității muncii. Atunci cînd se acționează în direcția organizării mai bune a producției și a muncii, va crește ponderea muncitorilor direct productivi, iar, în cazul schimbării unor tehnologii de lucru, al dotării cu utilaje cu caracteristici superioare, al extinderii gamei de operații mecanizate etc., deși numărul total de muncitori se reduce, va crește ponderea celor indirect productivi și de deservire.

Rezultă, deci, că întrucît o creștere reală a productivității muncii se obține prin organizarea mai bună a producției și a muncii, utilizarea deplină a timpului de lucru, introducerea mecanizării și tehnologiilor moderne de lucru — gruparea propusă a personalului muncitor ar facilita valorificarea tuturor acestor căi. Cuprinderea tuturor muncitorilor din subteran în grupa celor direct productivi ar fi mai elastică, s-ar adapta mai ușor unor necesități ale producției.

II. Dimensionarea optimă a personalului muncitor

Pornind de la ipoteza că în subteran toate activităţile au caracter nemijlocit sau mijlocit productiv, pentru o utilizare raţională, eficientă, a forţei de muncă, structurarea pe diferite categorii de personal, stabilirea numărului de muncitori pe genuri de lucrări trebuie să asigure păstrarea unor proporţii echilibrate, optime.

Dimensionarea optimă a personalului muncitor din subteran presupune : determinarea unor norme fundamentate ştiinţific şi perfecţionarea lor continuă, pe măsură ce ele suferă „uzură morală"; crearea tuturor condiţiilor pentru desfăşurarea neîntreruptă a procesului de producţie; eliminarea întreruperilor generate de cauze subiective. Un personal mai numeros decît strictul necesar generează o irosire a muncii sociale, iar, invers, funcţionarea defectuoasă a unităţii, cu întreruperi şi goluri în activitatea productivă, dă naştere tendinţei de a „umfla" personalul faţă de necesarul determinat pe baza unor criterii ştiinţifice, pentru a se putea reechilibra realizarea planului.

La orice unitate minieră, elementele care condiţionează dimensionarea personalului muncitor sînt : omul şi calităţile lui ; procesul de producţie ; gradul de mecanizare ; mărimea şi/sau dispersia locurilor de muncă ; condiţiile naturale (de microclimat, geologico-miniere etc.).

Procesul de producţie minier presupune, pentru organizarea raţională a producţiei şi a muncii, analiza amănunţită a desfăşurării lui pe categorii de lucrări, unele încadrate în procese periodice, ciclice (formate din operaţii ce se execută într-o anumită succesiune determinată de tehnologia respectivă şi care, după efectuarea ultimei, se reiau în aceeaşi ordine), altele în procese nerepetitive (în sensul că, deşi acţiunea lor tehnologică asupra obiectului muncii este aceeaşi, conţinutul şi volumul muncii nu se repetă întocmai de la un ciclu la altul). Caracterul ciclic permite cu multă uşurinţă determinarea consumurilor de muncă, respectiv a numărului de muncitori, asigurînd gradul de încărcare a tuturor muncitorilor de la toate fronturile de lucru, cu ajutorul „formaţiei tip". În ce priveşte activităţile cu specific de muncă nerepetitivă (întreţinerea şi repararea utilajelor sau instalaţiilor, întreţinerea lucrărilor miniere, controlul aerajului, activitatea manipulanţilor de materiale, recoltarea probelor geologice etc.), este mai dificilă, totuşi posibilă, măsurarea lor (prin observări instantanee, fotografieri, cronometrări), avînd însă în vedere că : activitatea desfăşurată trebuie să facă faţă unor evenimente ce apar în mod aleatoriu etc. ; rezultatele activităţii muncitorilor sînt subordonate ritmului de funcţionare a maşinilor, pe care nu îl pot depăşi ; stimularea depăşirii cantitative trebuie să se menţină în anumite limite, dincolo de care ar provoca scăderea calitativă a producţiei (prin abateri de la normele tehnice) sau scăderea gradului de securitate a muncii ; unele rezultate ale activităţii muncitorilor nu se pot materializa în produse.

De altfel, pe măsură ce conţinutul muncii se modifică, schimbîndu-se raportul dintre consumul de energie fizică şi psihică în favoarea acesteia din urmă, pe măsură ce cresc calificarea muncitorilor şi gradul de mecanizare, asistăm la mărirea ponderii muncii nerepetitive în totalul activităţii din subteran ; muncitorului i se cer mai multe cunoştinţe teoretice şi practice (trebuie să cunoască un proces tehnologic, un grup mai mare de maşini, modul de organizare şi de deservire a procesului de producţie etc.), să se orienteze repede, să aibă iniţiativă, o conştiinţă profesională ridicată, un dezvoltat simţ al răspunderii etc. Măsurarea muncii nerepetitive permite cunoaşterea gradului de utilizare a muncitorilor, ceea ce ajută la o dimensionare optimă a personalului, adică o utilizare raţională şi eficientă a lui.

Un exemplu de măsurare a muncii cu activitate nerepetitivă este stabilirea numărului optim de maiştri în subteran. Avînd la bază numeroase cronometrări şi observaţii instantanee, considerăm că numărul optim al formaţiilor de lucru conduse de un maistru se poate calcula cu următoarea relaţie :

$$NF = \frac{Ts - Tpîg}{nt\left(ts + \frac{do}{Vo} + \frac{dv}{Vv}\right) KT}, \qquad (1)$$

unde :

NF reprezintă numărul locurilor de muncă ce pot fi conduse de un maistru într-un schimb ;

Ts — durata unui schimb (480 minute) ;

$Tpîg$ — timpul de pregătire şi încheiere general, min ;

nt — numărul trecerilor (controalelor) necesare la un loc de muncă în decursul unui schimb (minim 2) ;

ts — timpul mediu al unei opriri la un loc de muncă, cu ocazia unei treceri, min ;

do — distanţa medie pe orizontală între locurile de muncă, m ;

dv — distanţa medie pe verticală între locurile de muncă, m ;

Vo — viteza medie pe orizontală de deplasare de la un loc de muncă la altul, m/min. ;

Vv — viteza medie pe verticală de deplasare de la un loc de muncă la altul, m/min. ;

KT — coeficient de corecţie.

$$KT = K_1 K_2 K_3.$$

Tabelul 1

Structura personalului muncitor	Ipoteze		
	I	II	III
Total personal	30 000 (100%)	29 000 (100%)	28 718 (100%)
din care : muncitori	27 300 (91%)	26 300 (90,68%)	26 133 (91%)
— direct productivi	23 400 (78%)	22 400 (77,24%)	22 400 (78%)
— indirect productivi	2 550 (8,5%)	2 550 (8,79%)	2 241 (8,5%)
— de deservire	1 350 (4,5%)	1 350 (4,65%)	1 292 (4,5%)
personal de conducere administrativ și funcționari	1 500 (5%)	1 500 (5,17%)	1 436 (5%)

K_1 este coeficient ce depinde de numărul muncitorilor în formațiile de lucru (și are valorile : între 2—4 muncitori/formație, $K_1 = 1$; pentru fiecare muncitor ce depășește numărul de 4 din formațiile de lucru, se adaugă 0,03 la coeficientul K_1) ;

K_2 — coeficient în funcție de natura lucrărilor executate de formațiile de lucru (avînd valorile : pentru brigăzi și echipe de la front-abataje, lucrări de înaintare, lucrări speciale — $K_2 = 1$; pentru fiecare brigadă sau echipă cu activitate de muncă nerepetitivă — întreținerea galeriei, întreținerea electromecanică, transport etc. —se scade 0,03 din coeficientul K_2) ;

K_3 — coeficientul gradului de confort, care se măsoară cu catatermometrul umed și are valorile : 0,75 pentru 6—9 catagrade umede ; 0,85 pentru 10—12 ; 1,00 pentru 13—19 ; 0,90 pentru 20 catagrade umede.

Numărul astfel determinat al locurilor de muncă ce pot fi conduse de un maistru constituie formația optimă de maistru deoarece ea are în vedere : volumul și complexitatea lucrărilor miniere ; dispersia locurilor de muncă ; obligativitatea controlării unui loc de muncă de minimum două ori în decursul unui schimb. Ținînd seama de formația optimă de maistru, relația permite determinarea numărului necesar de maiștri, în funcție de numărul total al brigăzilor (echipelor) astfel că prin aceasta se asigură condițiile unui grad maxim de ocupare, maistrul putînd în același timp să-și exercite rolul și atribuțiile conform prevederilor Legii nr. 6/1976 și Decretului nr. 400/1981.

Exemplu de calcul.

Considerăm : $TS = 480$ min ; $Tpîg = 66$ min ; $nt = 2$; $ts = 21$ min ; $do = 73$ m ; $dv = 20$ m ; $Vo = 83{,}33$ m/min ; $Vv = 8{,}33$ m/min. În două brigăzi de la front există cîte șase muncitori, iar brigăzile de activitate nerepetitivă sînt în număr de 2. $K_1 = 1 + (0{,}03 \times 2) + (0{,}03 \times 2) = 1{,}12$; $K_2 = 1{,}00 - (0{,}03 \times 2) = 0{,}94$; $K_3 = 1$ (valoarea măsurată cu catatermometrul umed este 13,8). Deci, $KT = 1{,}12 \times 0{,}94 \times 1 = 1{,}052$.

$$NF = \frac{480 - 66}{2\left(21 + \frac{75}{83{,}33} + \frac{20}{8{,}34}\right)1{,}052} = 8{,}3.$$

Se adoptă opt formații de lucru, ce pot fi conduse de un maistru. Evident, în funcție de numărul total al formațiilor de lucru, se poate determina numărul de maiștri necesari pe total mină.

Față de modul cum se stabilește în prezent mărimea formațiilor de lucru (conform normelor de structură date prin Decretul nr. 162/1973 și ordinul M. M. P. G. nr. 1634/1980, care prevede minimum trei locuri de muncă și 20 de muncitori la lucrările de înaintare, iar la abataje minimum două locuri de muncă cu 25 de muncitori), metodologia propusă permite să se determine în mod științific numărul de maiștri ; ea poate fi aplicată în orice unitate minieră cu activitate în subteran.

Cele cîteva aspecte prezentate ilustrează posibilități pentru o utilizare cît mai eficientă a forței de muncă din subteran, pentru a asigura creșterea producției și productivității muncii

Bibliografie

[1] Banciu, V. *Normarea muncii în industria minieră*. Ed. tehnică, 1975. București.

[2] Luca, A. ș. a. *Studiul și normarea muncii în industria minieră*. Ed. tehnică, București, 1977.

[3] Sîrbu, C. *Muncă productivă și neproductivă*. Ed. Academiei R.S.R., București, 1976.

Studiul litogeochimic al mineralizaţiilor de sulfuri polimetalice din formaţiunile seriei de Făgăraş din bazinul văii Capra—Munţii Făgăraş*)

Geol. V. Gireadă
I.P.G.G. Bucureşti

Introducere

Lucrările de prospecţiuni geochimice executate în campania de teren a anului 1983, în bazinul superior al văii Capra, au pus în evidenţă mai multe nivele calcaroase, care prezintă mineralizaţii zinco-plumbifere-piritoase stratiforme, metamorfozate, de tip Mississipi Valley.

Rezultatele importante obţinute prin prospecţiunea litogeochimică de detaliu, de suprafaţă, constituie obiectul prezentei lucrări.

Evoluţia geologică şi mineralizaţiile din regiune

Suprafaţa prospectată geochimic se află situată pe versantul sudic al Munţilor Făgăraş, în bazinul superior al văii Capra, la nord de paralela cabanei Piscu Negru.

Primele informaţii geologice asupra Munţilor Făgăraş sînt semnalate în a doua jumătate a secolului trecut.

Dintre lucrările de la mijlocul secolului nostru se remarcă cele ale lui St. Ghika Budeşti (1940), R. Dimitrescu (1963, 1964, 1967), G. Pitulea (1960, 1967). Cercetări recente asupra unităţii de Făgăraş, unitate tectonică alpină supragetică, au fost întreprinse de geologi de la Institutul de geologie şi geofizică [6] şi Întreprinderea de prospecţiuni geologice şi geofizice [7]. În ansamblul acestor cercetări, rezultă că unitatea de Făgăraş este alcătuită dintr-o stivă groasă de roci metamorfice şi o cuvertură sedimentară permo-triasică, conservată doar în partea estică a masivului. În cadrul stivei unitare de roci metamorfice, metamorfozate la finele precambrianului superior A, este recunoscută următoarea subdivizare litostratigrafică [6] ş.a.

— formaţiunea gnaiselor migmatice, constituită din gnaise oculare (de Cozia), gnaise liniare (de Cumpăna) cu intercalaţii de amfibolite şi paragnaise;

— formaţiunea gnaiselor leucocrate, constituită din gnaise albe cuarţo-feldspatice (metatufuri acide), leptinite în alternanţă cu amfibolite şi paragnaise;

— formaţiunea paragnaiselor şi amfibolitelor, constituită dintr-o alternanţă de paragnaise, amfibolite şi micaşisturi (± granat, staurolit, disten);

— formaţiunea rocilor carbonatice (de Suru), constituită dintr-o alternanţă de calcare, dolomite, amfibolite paragnaise, micaşisturi ± granat;

— formaţiunea şisturilor cuarţoase muscovito-cloritice, constituită din şisturi cuarţoase muscovito-cloritice (± biotit, ± granat) cu intercalaţii subţiri de calcare, şisturi şi cuarţite grafitoase, metatufuri acide.

Avînd în vedere că schimbarea esenţială în litogeneză apare o dată cu formarea rocilor calcaroase şi că acest prag litologic este utilizat în subdivizarea litostratigrafică a precambrianului superior A, limita dintre seria de Cumpăna (precambrian superior A_1) şi seria de Făgăraş (precambrian superior A_2) a fost plasată sub amfibolitele din baza formaţiunii calcaroase. Seria de Făgăraş cuprinde formaţiunea rocilor carbonatice de Suru şi formaţiunea şisturilor cuarţoase muscovito-cloritice. În zona investigată se dezvoltă formaţiunea rocilor carbonatice de Suru. G. Pitulea (1966, 1980, 1983) şi C. Chivu (1981) arată că între seria de Cumpăna şi seria de Făgăraş există o discontinuitate stratigrafică, de metamorfism şi tectonică, prima fiind atribuită precambrianului, iar a doua rifeanului terminal-cambrianului, seria de Cumpăna încălecînd peste seria de Făgăraş.

Pe versantul nordic al Munţilor Făgăraş, în formaţiunea rocilor carbonatice de Suru a seriei de Făgăraş, se cunosc concentraţii stratiforme, plumbo-zincifere, în valea Porumbacului Mare, valea Arpaşului Mare [3] şi la sud-est de Turnu Roşu. Pe versantul sudic mineralizaţii similare au fost semnalate în pîrîul Mesteacăn, afluent stîng al văii Capra [1]. În seria de Făgăraş, pe versantul nordic, se cunosc, de asemenea, concentraţii cuprifere cu pirită, pirotină şi blendă (vulcanogen-sedimentare) intercalate într-un orizont de metatufuri bazice cu intercalaţii de şisturi cuarţoase şi paragnaise.

Structural, cristalinul Făgărăşului a fost considerat:

— într-o zonă anticlinală în creasta Făgărăşului, flancată de două sinclinale deversate şi un anticlinal în zona migmatică din sud (R. Dimitrescu, 1963);

— o structură monoclinală deversată parţial spre nord, cu numeroase complicaţii plicative, datorate unui stil de cutare cu multe cute monoclinale, ascuţite (A. Schuster, 1977);

— o structură anticlinală culcată şi recutată (antiformă) (R. Dimitrescu, 1978).

Tectonica disjunctivă este materializată prin existenţa mai multor fracturi direcţionale şi transversale pe structură, care produc compartimentări şi decroşări.

*) Comunicare în şedinţa din 14 decembrie 1983.

Rezultatele prospecțiunii litogeochimice

Lucrările de prospectare geochimică au condus la conturarea benzilor de sulfuri polimetalice din nivelele de calcare, în urma utilizării în etape succesive a două metode de investigație.

Într-o primă etapă s-a efectuat o investigație pedogeochimică informativă, restrîngînd ariile de interes din zona investigată, la aureolele de dispersie secundară a principalelor elemente indicatoare ale mineralizației puse în evidență la suprafață. S-a constatat că nivelele de calcare sînt mineralizate direcțional, numai pe anumite porțiuni, iar, din cele șase nivele, numai cinci prezintă indici de mineralizare în zona cercetată, nivelul V fiind steril.

Aureolele de dispersie secundară prezintă caracteristici și parametri geochimici similari cu cei ai aureolelor secundare asociate mineralizațiilor plumbo-zincifere-piritoase din formațiunea carbonatică mediană a seriei de Rebra din Munții Rodnei. Dimensiunile sînt mari, de ordinul miilor de metri lungime, concentrațiile elementelor indicatoare ridicate, pînă la procente, iar distribuția elementelor chimice în cîmpul aureolei este uniformă. Distribuția elementelor chimice în aria de hipergeneză (aureole secundare în sol) este modificată față de cea a mineralizației primare. Concentrațiile din sol pot depăși concentrațiile de mineralizație primară datorită precipitărilor succesive ale elementelor în condițiile unui p*H* bazic realizat pe calcare.

În etapa a doua de investigație s-a executat o prospecțiune litogeochimică de detaliu, care a permis delimitarea benzilor mineralizate și aprecierea perspectivei lor economice. Prospecțiunea litogeochimică a constat în executarea de profile transversale pe nivelele de calcare, situate la distanță variabilă (50—100 m), în funcție de deschiderile naturale, iar pe profile au fost recoltate probe prin eșantionare geochimică la echidistanță de 1 m.

În zonele în care mineralizația a putut fi urmărită direcțional în deschideri naturale, au fost prelevate probe litogeochimice din 10 în 10 m. Profilele litogeochimice de pe nivelele II și III de calcare au fost ridicate topografic. Probele litogeochimice, în număr de 1 100, au fost analizate prin metode spectrofotometrice de absorbție atomică pentru Cu, Pb, Zn, Ni. Un număr de 133 probe au fost analizate prin metoda spectrofotometrică de emisie pentru un număr de 20 elemente. În timpul lucrărilor de prospecțiuni litogeochimice au fost efectuate și sumare cercetări geologice. În zona investigată, începînd din nord, din axul anticlinalului major al Făgărașului, spre sud, au fost separate șase nivele de calcare (I—VI), unele dintre ele avînd mineralizații discontinue, de sulfuri polimetalice pe direcție (fig. 1). Nivelele de calcare, cu o grosime de la cîțiva metri pînă la peste 300 m și o dezvoltare inconstantă pe direcție, sînt intercalate între micașisturi, micașisturi cuarțoase, amfibolite, subordonat paragnaise, cuarțite și șisturi grafitoase. În cadrul unui nivel calcaros, apar uneori intercalații cu grosimi de la centimetri pînă la 5—6 m de micașisturi, cuarțite, cuarțite carbonatice, șisturi grafitoase și șisturi amfibolice. Benzile de sulfuri, cu grosimi variabile de la centimetri pînă la 2—3 m, sînt dispuse, de regulă, în calcarele albe, care au pe șistozitate muscovit, sau în calcarele fine cenușii dolomitice.

În cuarțite, cuarțite carbonatice și șisturi grafitoase apare, de obicei, pirita, subordonat blenda și galena. Se constată că există o legătură între distribuția tipurilor litologice, petrografice și prezența mineralizației. Mineralizațiile apar în nivelele calcaroase asociate cu roci micacee, cuarțitice, grafitoase, cazul nivelelor (I—IV, VI).

Dacă în nivelul calcaros apar intercalații subțiri de cuarțite, micașisturi sau șisturi grafitoase (nivelul III), mineralizația este mai bogată și cu extindere mai mare („secvență pozitivă").

Nivelul V, calcaros, asociat cu șisturi amfibolice și micașisturi masive, groase, este lipsit de mineralizație („secvență negativă"), intervenind o modificare a condițiilor inițiale de acumulare a sulfurilor. Situații similare, corelabile pînă în detaliu, au fost întîlnite în mineralizațiile plumbo-zincifere din formațiunea carbonatică mediană a seriei de Rebra din Munții Rodnei.

Nivelul I Capra de calcare cristaline, ce aflorează pe flancul sudic al anticlinalului Făgăraș, în apropierea axului, prezintă indici de mineralizare pe o lungime de 500 m, între șoseaua Transfăgărășeană și pîrîul Capra. În baza nivelului apare o bandă mineralizată cu grosime variabilă, de la centimetri pînă la 1,0 m, constituită din șlire, cuiburi și impregnații de blendă galenă, pirită, ce alternează cu șlirele calcaroase. Porțiunea cea mai bine mineralizată, 100 m lungime și 1,0 m grosime, este cuprinsă între vechea potecă turistică și creasta dintre pîrîul lacul Capra și pîrîul Capra.

Nivelul a fost traversat de 10 profile, de pe care s-au recoltat 116 probe litogeochimice. Media ponderată a 47 probe recoltate din banda mineralizată este de 1,58% Zn și 0,31% Pb. Spre vest de pîrîul lacul Capra, calcarele capătă un caracter cuarțos-grafitos, se îmbogățesc în pirită, care prezintă conținuturi scăzute de Cu (0,18%).

Forajul executat în versantul drept al pîrîului lacul Capra, la 300 m est-sud-est de cabanele T. C. H., a interceptat acest nivel de calcare cu pirită și conținuturi scăzute de Cu, între 77 și 88 m. Nivelul are grosimi reduse, maxim 40 m, și mineralizația prezintă o dezvoltare redusă.

Nivelul II de calcare cristaline, discontinuu pe direcție, se dezvoltă de la vest de pîrîul Mes-

teacăn, pînă la est de creasta Vîrtopu-Rîiosu, și are grosimea maximă de 40 m. Nivelul orientat est-nord-est—vest-sud-vest este mineralizat pe 600 m lungime, între izvoarele pîrîului de la est de muchia Rîiosu, pînă la zona de izvoare a celui de-al treilea afluent stîng al pîrîului Capra, din amonte de pîrîul Mesteacăn, unde în treimea inferioară apare o bandă mineralizată de pînă la 0,6 m grosime. De pe acest nivel de calcare au fost prelevate 110 probe litogeochimice, din care 70 sînt din banda mineralizată. Analizele spectrofotometrice de absorbție atomică ale probelor prelevate din banda mineralizată, 70 la număr, au arătat conținuturi pentru Zn cuprinse între 0,1 și 10,96%,

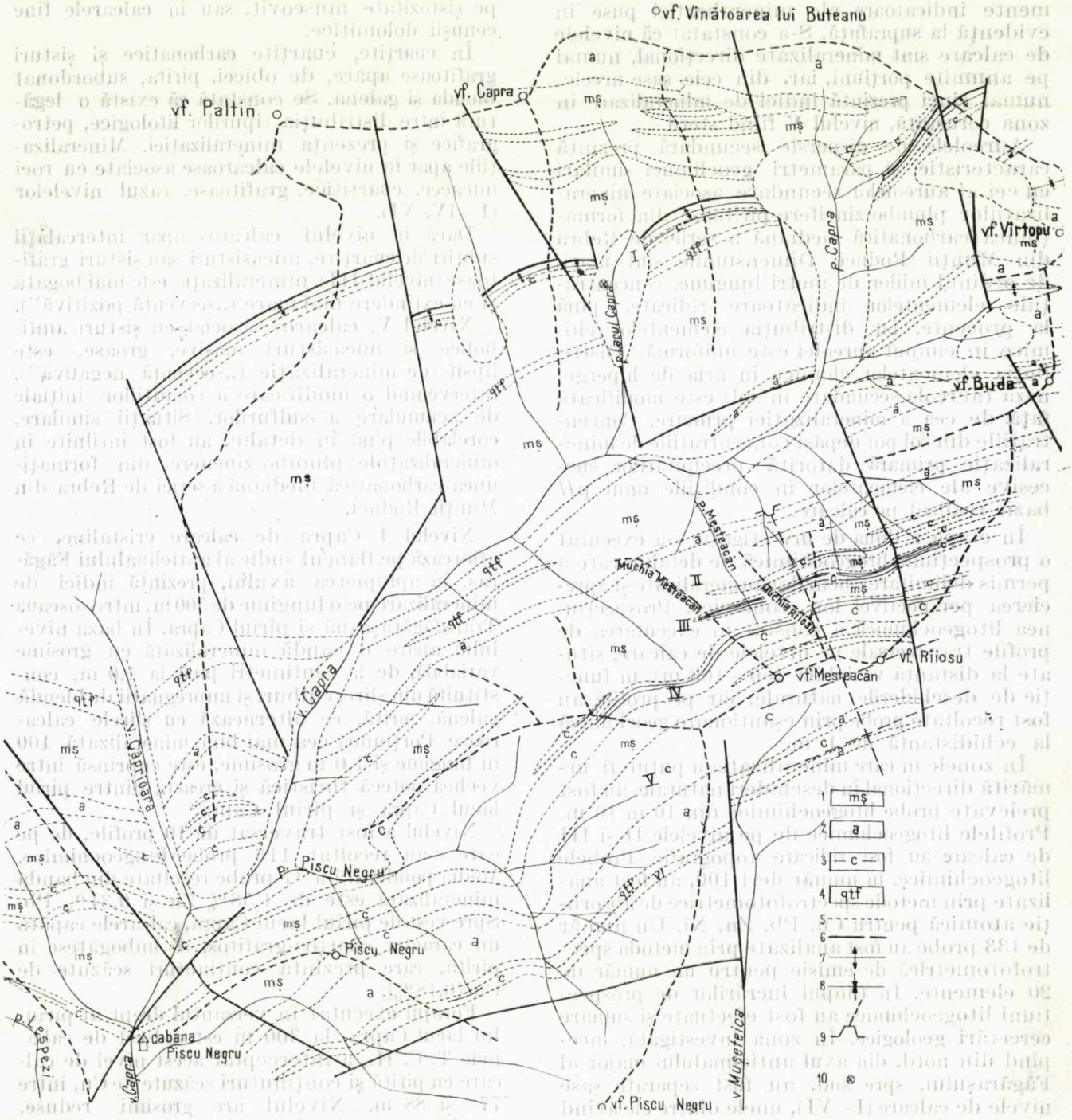


Fig. 1. Schiță geologică cu locanizarea nivelelor de calcare mineralizate din bazinul superior al văii Capra — Munții Făgăraș: *1* — micașisturi ± granat, micașisturi cuarțoase ± granat, subordonat paragnaise; *2* — amfibolite; *3* — calcare și dolomite cristaline cu benzi (strate) mineralizate; *4* — cuarțite și șisturi grafitoase; *5* — limită geologică; *6* — falie; *7* — ax anticlinal; *8* — ax sinclinal; *9* — galerie; 10 — foraj executat

frecvent 1,0—3,0% și pentru Pb între 0,1 și 4,15%, frecvent 0,1—0,3%.

Media conținuturilor înregistrate în cele 70 probe este de 2,36% pentru Zn și 0,30% pentru Pb. Probele prelevate din culcușul și acoperișul benzilor mineralizate arată conținuturi de pînă la 100 ppm Pb și 200 ppm Zn, valori ce corespund cu fondul geochimic al calcarelor din regiune, nepermițînd conturarea de aureole de dispersie primară, motiv pentru care pe harta litogeochimică au fost conturate benzi (strate) mineralizate. De obicei mineralizațiile singenetice sînt lipsite de aureole primare sau sînt însoțite de aureole primare de dimensiuni reduse.

Nivelul III Mesteacăn se dispune la 40—120 m în acoperișul nivelului II, pe direcție vest-sud-vest—est-nord-est, cu căderi de 40—60° sud-est. Nivelul este urmărit de la vest de muchia Mesteacăn, 50 m, pînă în creasta Vîrtop-Rîiosu. Acest nivel prezintă grosimi cuprinse între 30 și 120 m. În cadrul lui au fost delimitate mai multe benzi mineralizate, cu grosimi și extinderi direcționale diferite, dispuse în calcare albe, calcare cenușii dolomitice, calcare cuarțitice grafitoase, șisturi grafitoase.

Extinderea și grosimea cea mai mare le prezintă trei benzi, două dispuse în baza nivelului și a treia în partea superioară. În baza nivelului, în calcare albe, apare o bandă de 0,6—0,8 m grosime cu galenă, blendă, pirită, urmează circa 10 m de calcare sterile, după care se dezvoltă o bandă mineralizată cu blendă, galenă, pirită, de aproximativ 1,5—2,0 m grosime, uneori ajungînd la 3,0 m, între muchia Rîiosu-vest și muchia Rîiosu-est.

Grosimea benzii mineralizate cu blendă, galenă, pirită din partea superioară a nivelului este de 0,5—1,1 m. Aceste trei benzi au fost urmărite continuu pe 720 m lungime, începînd de la vest de muchia Mesteacăn pînă la est de muchia Rîiosu-est și discontinuu de la ultimul punct spre est-nord-est, încă 800 m. În sectorul pîrîului Mesteacăn, între benzile din bază și cea din partea superioară, mai apar benzi mineralizate dispuse în cuarțite grafitoase și șisturi grafitoase, în care pirita este mai abundentă. De pe cele 22 profile litogeochimice care au traversat acest nivel au fost prelevate și analizate prin metoda spectrofotometrică de absorbție atomică 330 probe, din care 204 probe din benzile mineralizate. Analizele efectuate pe probele din secvențele mineralizate au arătat conținuturi pentru Zn cuprinse între 0,1 și 15,77%, frecvent 1,7—2,8%; pentru Pb 0,1—2,4%, frecvent 0,1—0,2%, cu predominarea netă a Zn față de Pb (Pb : Zn = 1 : 12). Media conținuturilor a 204 probe din secvențele mineralizate este de 2,07% Zn și 0,16% Pb, suma Zn + Pb = 2,23%.

Nivelul IV de calcare cristaline, situat la circa 60—160 m în acoperișul precedentului, are direcție est-nord-est—vest-sud-vest, înclinări în jur de 30° sud-estice, grosime aparentă 80—160 m. Acest nivel prezintă dezvoltarea direcțională cea mai mare, fiind urmărit pe 5 km lungime, începînd din versantul sting al pîrîului Lespezi, pe la cabana Piscu Negru, pînă în creasta muntelui Rîiosu. Nivelul a fost urmărit cu profile litogeochimice transversale, pe muchia Rîiosu, izvoarele pîrîului Mesteacăn, muchia Mesteacăn, zona de izvoare a pîrîului din aval de pîrîul Mesteacăn, și apoi cu un profil litogeochimic direcțional din ultimul punct pînă în creasta mare din versantul drept al pîrîului Piscu Negru. Între aceste puncte, pe aproximativ 2 000 m lungime, nivelul prezintă indici de mineralizare, confirmați prin rezultatele analizelor celor 150 probe litogeochimice prelevate. Zona mineralizată bine deschisă apare la cota 2 090 m în căldarea glaciară de la vest-sud-vest de muchia Mesteacăn, unde în jumătatea inferioară a nivelului apar două benzi de calcare alb-gălbui mineralizate cu blendă, galenă, pirită, de pînă la 1,0 m grosime, separate de un banc de calcare sterile de circa 10 m grosime. Media conținuturilor a 50 probe din secvențele mineralizate a indicat 1,93% Zn și 0,14% Pb, suma Zn + Pb = 2,1%, conținuturile fiind de același ordin de mărime ca în celelalte nivele. Același nivel IV este mineralizat pe circa 300 m lungime, începînd din creasta din versantul sting al pîrîului Lespezi, pînă la primul afluent sting al pîrîului Capra, din amonte de pîrîul Lespezi, unde au fost înregistrate conținuturi de 3,08% Zn și 0,8% Pb, pe fragmente de calcare albe mineralizate, care au muscovit pe șistozitate.

În acest nivel, pe primul afluent sting al pîrîului Piscu Negru, de la confluența cu valea Capra în amonte, mineralizareația are un aspect dendritiform, scheletiform, conținuturile în Zn și Pb fiind scăzute.

Pentru investigarea dezvoltării în adîncime a mineralizațiilor de sulfuri polimetalice conturate la suprafață în nivelele II, III, IV, a fost elaborat un proiect de cercetare cu lucrări miniere și foraje [8].

Avînd în vedere dimensiunile mineralizației întîlnite la suprafață, galeria 1 Capra, proiectată cu circa 300 m mai jos față de altitudinea de aflorare a mineralizației, are șanse reale de a intercepta mineralizația la această cotă.

Nivelul V de calcare cristaline, urmărit din creasta Rîiosu-Mesteacăn pînă în spatele cabanei Piscu Negru, cu o grosime maximă de pînă la 300 m, nu prezintă indici de mineralizare.

Nivelul VI de calcare cristaline, urmărit din creasta Mesteacăn—Piscu Negru, pînă în zona de izvoare a afluentului sting al văii Capra, din aval de pîrîul Piscu Negru, are o grosime de 10—80 m; nivelul este mineralizat în zona de izvoare a celui de-al doilea afluent sting al pîrîului Piscu Negru.

În baza nivelului apare o bandă de 0,6 m grosime cu galenă, blendă, pirită în calcare albe, ce prezintă muscovit pe șistozitate. Analizele unor probe din banda mineralizată au indicat 2,2% Pb și 1,5% Zn. Acest nivel are grosimi mici și mineralizația are extindere redusă (300 m) spre vest-sud-vest de la punctul menționat.

Proiecția datelor analitice în diagrama ternară Cu-Pb-Zn confirmă caracterul zinco-plumbifer al mineralizației, majoritatea probelor proiectîndu-se în colțul zincului (fig. 2).

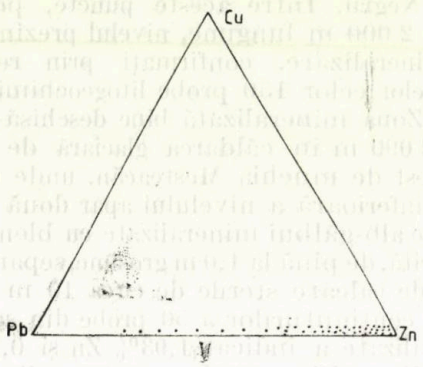


Fig. 2. Diagramă ternară Cu—Pb—Zn pentru mineralizația singenetică-stratiformă, zinco-plumbiferă din formațiunea carbonatică de Suru din bazinul văii Capra

Analizele spectrale executate pe 133 probe arată că mineralizația este relativ săracă în elementele minore.

Conținuturi mici au fost înregistrate pentru Cu, Ag, Cd, Co, Ni, celelalte elemente fiind sub limita de detecție (tab. 1).

Mineralizația se caracterizează printr-un raport Co : Ni (1 :5) subunitar, raport semnificativ pentru tipurile de sulfuri formate prin procese de riftogeneză (expansiune).

Coeficienții de corelație calculați pentru Cu, Pb, Zn sînt mai mici de 0,4.

Avînd în vedere caracteristicile inițiale ale stivei sedimentare, metamorfismul ce a afectat stiva sedimentară, dispunerea mineralizației stratiforme în mai multe nivele în stiva calcaroasă (I-IV, VI) și simetric față de o axă de simetrie (axul anticlinalului major al Făgărașului faliat), prezența mineralizației în ambii versanți ai Făgărașului, caracterele geochimice ale mineralizației, ar putea fi intuit ca model genetic un proces evolutiv de expansiune (riftogeneză), similar mineralizațiilor de tip Mississipi Valley—Bleiberg-Silezia. Ca sursă pentru elementele metalice este indicat substratul prin care au circulat soluțiile saline bogate în săruri, încălzite datorită gradientului geotermic ridicat, din care au levigat și mobilizat Zn și Pb și redepus la contactul cu apa de mare, pe flancurile riftului, în mediu reducător, o dată cu mîlurile calcaroase și materia organică. Ulterior, mineralizația a suferit procese de metamorfism cu remobilizări.

Concluzii

Prospecțiunile litogeochimice de detaliu executate în bazinul superior al văii Capra, pe ariile de dezvoltare a aureolelor de dispersie secundară a elementelor indicatoare ale mineralizației, au condus la punerea în evidență, delimitarea dezvoltării și aprecierea importanței economice a benzilor (stratelor) de sulfuri polimetalice din nivelele de calcare ale formațiunii calcaroase de Suru a seriei de Făgăraș.

Există o legătură între distribuția tipurilor litologice/petrografice și prezența mineralizației, în sensul că „secvența pozitivă" se caracterizează prin asocierea nivelelor de calcare cu roci cuarțoase muscovitice și șisturi grafitoase.

Tabelul 1

Analize spectrale pe probe litogeochimice din nivelul III de calcare mineralizate din pîrîul Mesteacăn

Proba nr.	Conținut, ppm							
	Cu	Ag	Cd	Co	Ni	Mo	Pb	Zn
1/1	60	1,0	50	30	50	sld	160	18 000
1/5	40	1,5	100	sld	40	sld	280	43 000
2/3	50	30	100	30	100	sld	24 800	32 000
3/4	30	0,5	100	sld	10	sld	1 240	43 000
4/6	500	3,0	sld	sld	70	10	3 240	3 850
4/14	30	3,0	40	40	200	3	7 600	17 000
4/16	20	30	100	30	200	3	18 000	58 000
5/1	20	30	80	30	140	5	3 280	57 000
6/6	30	30	30	sld	80	10	24 800	8 000
7/7	30	0,3	100	sld	40	sld	240	25 000
10/2	10	3,0	300	10	30	1	200	85 000
10/7	15	2,5	300	20	30	2	1 680	1 150
11/14	80	2,5	200	3	25	sld	340	196 000
13/35	80	1,5	sld	15	300	3	760	9 600
9/2	10	1,1	sld	3	10	sld	1 200	1 400

sld — sub limita de detecție

Benzile (stratele) de sulfuri sînt dispuse, de regulă, în calcare albe cu muscovit pe şistozitate sau calcare cenuşii fine dolomitice şi sînt lipsite de aureole primare, argument privind natura singentică a mineralizaţiei.

Din cele cinci nivele de calcare care prezintă indici de mineralizare, nivelele II, III, IV, cu o dezvoltare mai mare a mineralizaţiei la suprafaţă, prezintă şanse reale de dezvoltare în adîncime la cota la care este proiectată galeria 1Capra.

Raportul Co : Ni (1 :5) subunitar este specific sulfurilor formate prin procese de riftogeneză.

Se consideră că mineralizaţiile s-au format prin procese de riftogeneză, depunîndu-se pe flancurile riftului o dată cu mîlurile calcaroase şi materia organică, fiind de tip Mississipi Valley.

Se remarcă, în mod deosebit, aportul eficient pe care îl poate avea prospecţiunea litogeochimică de suprafaţă în investigarea mineralizaţiilor de sulfuri polimetalice şi, mai ales, a acelora localizate în roci carbonatice ce dau în sol aureole cu concentraţii ce o p o t d e p ă ş i p e c e a a m i n e r a l i z a ţ i e i p r i m a r e.

Bibliografie

[1] A r i o n, M. ş. a. *Raport geologic asupra prospecţiunilor pentru minereuri neferoase şi elemente rare şi disperse în regiunea Izvorul Argeşului — Rîul Vîlsan (Munţii Făgăraş).* Arhiva I. P. G. G., Bucureşti, 1985

[2] B l e a h u, M. *Tectonica globală.* Ed. ştiinţifică şi enciclopedică, Bucureşti, 1983.

[3] D i m i t r e s c u, R. *Structura părţii centrale a Munţilor Făgăraş.* Asoc. geol. Carp. Balc., Congresul V, Bucureşti, 1964

[4] D i m i t r e s c u, R. *Mineralizaţiile plumbo-zincifere de la Arpaş şi Porumbacu în cadrul structurii Munţilor Făgăraş.* D. D. S. Com. Geol. LIII/2, Bucureşti.

[5] D i m i t r e s c u, R. *Contribuţii privind evoluţia structurală a masivului Făgăraş.* Com. Soc. Şt. Nat. şi Geogr., IV, Bucureşti, 1967

[6] K r ă u t n e r, H. ş. a. *Studiul seriilor metamorfice precambriene din Carpaţii Meridionali, în vederea aprecierii perspectivei economice a minereurilor stratiforme.* Arhiva I. G. G., Bucureşti, 1978.

[7] P i t u l e a, G. ş. a. *Raport prospecţiuni geologice, geochimice, gravimetrice, magnetometrice, electrometrice şi radiometrice pentru mineralizaţii polimetalice şi auro-argentifere în formaţiunile cristalofiliene din munţii Perşani şi Leaota, jud. Braşov, Argeş, Vîlcea şi Sibiu, perimetrele creasta Rîiosu — vîrful Negoiu — vîrful Suru şi valea Vîlsanu.* Arhiva I. G. G., Bucureşti, 1983

[8] P i t u l e a, G. ş. a. *Proiect geologic de prospecţiune prin lucrări miniere şi foraje a mineralizaţiilor de sulfuri polimetalice din perimetrul Mesteacăn — Piscu Negru, Munţii Făgăraş.* Arhiva I. P. G. G., Bucureşti, 1983.

Corelaţia între indicii geochimici-bituminologici ai rocilor pelitice din Pintenul de Văleni şi Pintenul de Homorîciu

Dr. ing. **Li Hak Ung***

I. Caracteristicile geologice ale regiunii studiate

Regiunea cercetată este cuprinsă între 340 şi 1 138 m, fapt care îi conferă un aspect morfologic variat, cu zone înalte şi depresiuni, generate de structura geologică.

Între Valea Buzăului şi Valea Teleajenului, depozitele paleogene alcătuiesc două culmi alungite cu direcţia nord-est — sud-vest, care se afundă în zona Văii Teleajenului, acestea corespunzînd pintenilor de Văleni şi Homorîciu.

Structural, regiunea aparţine unităţii de Tarcău care, în zonă, se împarte în două subunităţi :

- subunitatea medio-intermediară, corespunzătoare Pintenului de Homoriciu ;
- subunitatea marginală, reprezentată prin Pintenul de Văleni. Depozitele care alcătuiesc aceste unităţi sînt formate din roci de vîrstă paleogenă, neogenă şi cuaternară.

Depozitele sedimentare din Pintenul de Homorîciu sînt dezvoltate în faciesul gresiei de Tarcău, cu stratele de Plopu şi stratele de Podu Secu (eocen), şi faciesul stratelor de Pucioasa cu gresia de Fusaru (oligocen).

Faciesul gresiei de Tarcău se prezintă sub trei aspecte litologice : arenite, arenito-pelite şi pelite. Nivelurile de arenito-pelite flişoide au grosimi de 10 — 70 m şi sînt formate din alternanţe ritmice de arenite şi pelite, în secvenţe de 10 — 30 m. Stratele de Plopu, situate pe flancul sudic al Pintenului de Homorîciu au caracter predominant pelitic.

Faciesul stratelor de Pucioasa, cu gresie de Fusaru, se dezvoltă în Pintenul de Homorîciu în bancuri masive. În succesiunea acestei serii au fost separate următoarele orizonturi :

— menilitele şi disodilele inferioare ;
— gresia de Fusaru ;
— stratele de Vineţişu ;
— şisturile disodilice superioare.

Depozitele sedimentare din Pintenul de Văleni sînt alcătuite din depozitele de Colţi —

* Institutul de mine şi metale din Cen Jin, R.P.D. Coreeană

Valea Rea (eocen) și depozitele reprezentate prin faciesul bituminos cu gresie de Kliwa (oligocen).

În faciesul de Colți—Valea Rea, s-au separat două orizonturi litologice: orizontul argilelor verzi și orizontul gresiei cu hieroglife, alcătuite dintr-o alternanță ritmică de gresii și argile.

În faciesul bituminos cu gresii de Kliwa s-au separat următoarele entități litofaciale: marnele bituminoase și menilitele inferioare; gresia de Kliwa inferioară; stratele de Podu-Morii; gresia de Kliwa superioară; menilitele și disodilele superioare.

Pe baza raporturilor tectonice și a variațiilor de facies ale depozitelor sedimentare, regiunea cuprinsă între Valea Buzăului și Valea Teleajenului a fost separată în două unități tectonice: — la nord, unitatea de Tarcău, mediomarginală, iar la sud, zona mio-pliocenă. În aceste unități tectonice au fost identificate mai multe structuri anticlinale și sinclinale.

II. Corelația între indicii geochimici-bituminologici ai rocilor pelitice din depozitele paleogene

Pentru a se cunoaște relațiile între indicii geochimici-bituminologici s-au efectuat studii de corelare prin metoda statistico-matematică, elaborîndu-se o serie de programe de calcul.

1. *Corelația indicilor pentru rocile pelitice din depozitele eocene*

În depozitele eocene, rocile pelitice sînt reprezentate prin argile, argile marnoase, marne, marno-argile cu variații microgrezoase. Sporadic, în coloana litologică apar marne calcaroase. Constituenții principali din mixtura cărora rezultă aceste roci sînt mineralele argiloase care reprezintă 35—100% și calcitul microcristalin în proporție de 0—65%, la care se adaugă variațiile microgrezoase, detritusul fin aleuritic de cuarț, mice și, sporadic, feldspat. Pe baza analizelor roentgenografice, termodiferențiale și la microscopul electronic, s-au identificat illitul și montmorillonitul.

Pentru a aprecia corelația între indicii geochimici-bituminologici [(C_{org}, pH, FeO, Fe_2O_3, PrT (puterea reducătoare Trask) Bit, Hid% p.p.m.S)] s-a calculat corelația a 36 perechi de indici geochimici, între care se observă legături strînse.

● Corelația între bitumen total și carbon organic. Cercetînd corelația între conținutul de bitumen total și carbon organic rezultă că există o corelație liniară și neliniară moderată între acești parametri, fiind reprezentată printr-o ecuația dreaptă de regresie $C_{org} = 0{,}230\ Bit_{tot} + 0{,}0084$ și $C_{org} = 0{,}0308\ Bit^{1{,}0522}$. Coeficientul de corelație este $r = 0{,}6074$, raportul de corelație $\eta = 0{,}9001$, eroarea standard de estimație $Se_{lin} 0{,}0175 < Se_{exp} 0{,}0189$. Valoarea de verificare a ipotezei liniare Fe 3,4157 < Fe 3,6331 (tab. 1, fig. 1*a*). Din corelația menționată se observă că cu cît este mai mare conținutul organic, cu atît crește și bitumenul.

● Corelația între carbonul organic și hidrocarburi p.p.m. Între conținutul de carbon organic și hidrocarburi p.p.m. există o legătură ce permite aprecierea rocilor generatoare. Coeficientul de corelație este $r = 0{,}5200$, raportul de corelație $\eta = 0{,}7794$ (tab. 1, fig. 1*b*).

● Corelația între pH și conținutul de hidrocarburi p.p.m. Corelația între acești parametri este slabă și coeficientul de corelație este $r = 0{,}2209$. Valoarea medie a pH-ului este $\bar{X} = 7{,}9333$, deci mediul de formare a rocilor sedimentare prezintă condiții oxidante,

Tabelul 1

Rezultatele calculelor de corelație între indicii geochimici-bituminologici ai rocilor pelitice eocene

Funcția	$\bar{X}$	$\bar{Y}$	r	η	Ecuația
$C_{org} = f(Bit_{tot})$	0,0234	0,4547	0,1899	0,3498	$C_{org} = 0{,}230\ Bit + 0{,}0084$
$lgHid_{p.p.m.} = f(C_{org})$	0,4542	84,250	0,5200	0,8073	$lgHid_{p.p.m.} = 94{,}4053\ C_{org} + 127{,}1259$
$lgHid_{p.p.m.} = f(pH)$	8,0167	84,250	0,131	0,8878	$lgHid_{p.p.m.} = 5{,}7306\ pH^{1{,}2603}$ $lgHid_{p.p.m.} = 6{,}7358\ pH + 30{,}2607$
$lgHid_{p.p.m.} = f(FeO)$	2,6858	84,250	0,2164	0,6025	$lgHid_{p.p.m.} = 8{,}5964\ FeO + 61{,}1613$
$lgHid_{p.p.m.} = f(Fe_2O_3)$	4,3750	84,250	0,2363	0,6728	$lgHid_{p.p.m.} = 4{,}8951\ Fe_2O_3 + 105{,}6661$
$lgHid_{p.p.m.} = f(PrT)$	0,4975	84,250	0,6156	0,9054	$lgHid_{p.p.m.} = 90{,}7942\ PrT^{0{,}1539}$ $lgHid_{p.p.m.} = 71{,}9216\ PrT + 48{,}4630$
$lgHid_{p.p.m.} = f(Bit_{tot})$	0,0987	84,250	0,6240	0,6619	$lgHid_{p.p.m.} = 16{,}3898\ Bit_{tot} + 82{,}6328$
$S_{tot} = f(lg\ Hid_{p.p.m.})$	84,2500	0,4036	0,4147	0,8666	$S_{tot} = 0{,}0057\ lgHid_{p.p.m.} - 0{,}0359$

care nu favorizează formarea hidrocarburilor (tab. 1, fig. 1*b*).

● Corelația între FeO și hidrocarburi. Coeficientul de corelație este $r = 0{,}2164$, raportul de corelație $\eta = 0{,}6025$, eroarea standard de estimație $Se_{lin}\ 0{,}1691 < S_{exp}\ 0{,}1698$, valoarea

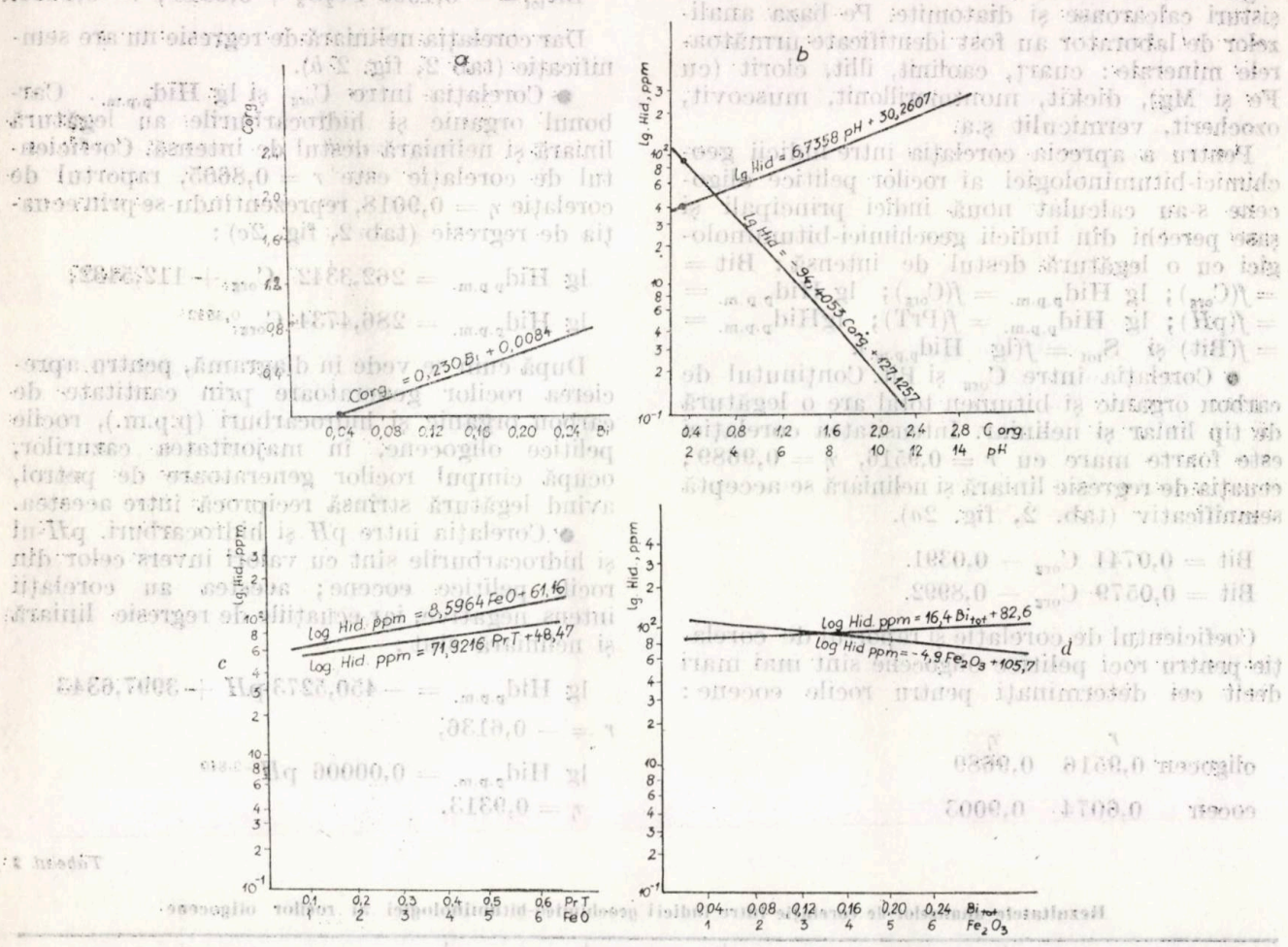


Fig. 1. Graficul corelației între indicii geochimici-bitumeiologici ai rocilor pelitice din depozitele cocene cercetate
a — $C_{org} = f(Bit)$; b — $lgHid_{p.p.m.} = f(C_{org})$; $lgHid_{p.p.m.} = f(pH)$; c — $lgHid_{p.p.m} = f(PrT)$; $lgHid_{p.p.m.} = f(FeO)$; d — $lgHid_{p.p.m.} = f(Bit_{tot})$; $lgHid_{p.p.m.} = f(Fe_2O_3)$

de verificare a ipotezei liniare Fe 1,3273 < Fe 3,6331 (tab. 1, fig. 1*c*) de aceea se acceptă $lgHid_{p.p.m.} = 8{,}5964\ FeO + 61{,}1613$.

Dar corelația între Fe_2O_3 și lg Hid prezintă valori negative adică coeficientul de corelație este $r = 0{,}2363$, ecuația de regresie liniară prezentîndu-se astfel:

$$lgHid_{p.p.m.} = -4{,}8951\ Fe_2O_3 + 105{,}6661.$$

Acest rezultat arată că cu cît este mai mare conținutul de Fe_2O_3 cu atît scade și cel de hidrocarburi. Acest fapt dovedește că hidrocarburile nu se formează în condiții de mediu oxidant (tab. 1, fig. 1*d*).

● Corelația între puterea reducătoare Trask și conținutul de hidrocarburi. Cercetînd corelația între PrT și lg $Hid_{p.p.m.}$, rezultă că există o corelație liniară și neliniară moderată între acești parametri, fiind reprezentată printr-o ecuație dreaptă de regresie $lgHid_{p.p.m.} = 71{,}9216\ PrT + 48{,}6490$ și $lgHid_{p.p.m.} = 90{,}7842\ PrT^{0{,}1539}$, coeficientul de corelație este $r = 0{,}6165$, raportul de corelație $\eta = 0{,}9004$ (tab. 1, fig. 1*c*).

● Corelația între bitumen total și hidrocarburi. Analizînd corelația se observă o legătură liniară și neliniară destul de intensă între Bit și $lgHid_{p.p.m.}$, acceptînd ecuația de regresie:

$$lg\ Hid_{p.p.m.} = 16{,}3898\ Bit_{tot} + 82{,}6328,$$

$r = 0{,}6240$ (tab. 1, fig. 1*d*).

● Corelația între sulf total și hidrocarburi. În această corelație se observă o legătură liniară destul de intensă între S_{tot} și hidrocarburi, acceptînd ecuația de regresie:

$$S_{tot} = 0{,}0017\ lgHid_{p.p.m.} - 0{,}0369.$$

2. *Corelația indicilor pentru rocile pelitice din depozitele oligocene*

În aceste depozite rocile pelitice sînt reprezentate prin roci argiloase și bituminoase, care cuprind marne, argile, argile microgrezoase, argile bituminoase, șisturi disodilice, menilite, șisturi calcaroase și diatomite. Pe baza analizelor de laborator au fost identificate următoarele minerale: cuarț, caolinit, illit, clorit (cu Fe și Mg), dickit, montmorillonit, muscovit, ozocherit, vermiculit ș.a.

Pentru a aprecia corelația între indicii geochimici-bituminologici ai rocilor pelitice oligocene s-au calculat nouă indici principali și șase perechi din indicii geochimici-bituminologici cu o legătură destul de intensă: Bit = $= f(C_{org})$; lg $Hid_{p.p.m.} = f(C_{org})$; lg $Hid_{p.p.m.} = f(pH)$; lg $Hid_{p.p.m.} = f(PrT)$; lg$Hid_{p.p.m.} = f(Bit)$ și $S_{tot} = f(lg\ Hid_{p.p.m.})$.

● Corelația între C_{org} și Bit. Conținutul de carbon organic și bitumen total are o legătură de tip liniar și neliniar. Intensitatea corelației este foarte mare cu $r = 0{,}9516$, $\eta = 0{,}9689$; ecuația de regresie liniară și neliniară se acceptă semnificativ (tab. 2, fig. 2*a*).

$$Bit = 0{,}0741\ C_{org} - 0{,}0391.$$
$$Bit = 0{,}0579\ C_{org} - 0{,}8992.$$

Coeficientul de corelație și raportul de corelație pentru roci pelitice oligocene sînt mai mari decît cei determinați pentru rocile eocene:

	r	η
oligocen	0,9516	0,9689
eocen	0,6074	0,9003

● Corelația între Bit și Fe_2O_3. După cum s-a văzut în corelația dintre Bit și Fe_2O_3 pentru roci pelitice eocene și corelația pentru cele oligocene este slab negativă, numai acceptînd ecuația liniară de regresie:

$$Bit_{tot} = -0{,}1093\ Fe_2O_3 + 0{,}6315;\ r = 0{,}1464.$$

Dar corelația neliniară de regresie nu are semnificație (tab 2, fig. 2 *b*).

● Corelația între C_{org} și lg $Hid_{p.p.m.}$. Carbonul organic și hidrocarburile au legătură liniară și neliniară destul de intensă. Coeficientul de corelație este $r = 0{,}8605$, raportul de corelație $\eta = 0{,}9018$, reprezentîndu-se prin ecuația de regresie (tab 2, fig. 2*c*):

$$lg\ Hid_{p\ p.m.} = 262{,}3342\ C_{org} + 112{,}5432,$$
$$lg\ Hid_{p.p.m.} = 286{,}4734\ C_{org}^{0{,}3812}$$

După cum se vede în diagramă, pentru aprecierea rocilor generatoare prin cantitate de carbon organic și hidrocarburi (p.p.m.), rocile pelitice oligocene, în majoritatea cazurilor, ocupă cîmpul rocilor generatoare de petrol, avînd legătură strînsă reciprocă între acestea.

● Corelația între pH și hidrocarburi. pH-ul și hidrocarburile sînt cu valori invers celor din rocile pelitice eocene; acestea au corelații intens negative, iar ecuațiile de regresie liniară și neliniară sînt:

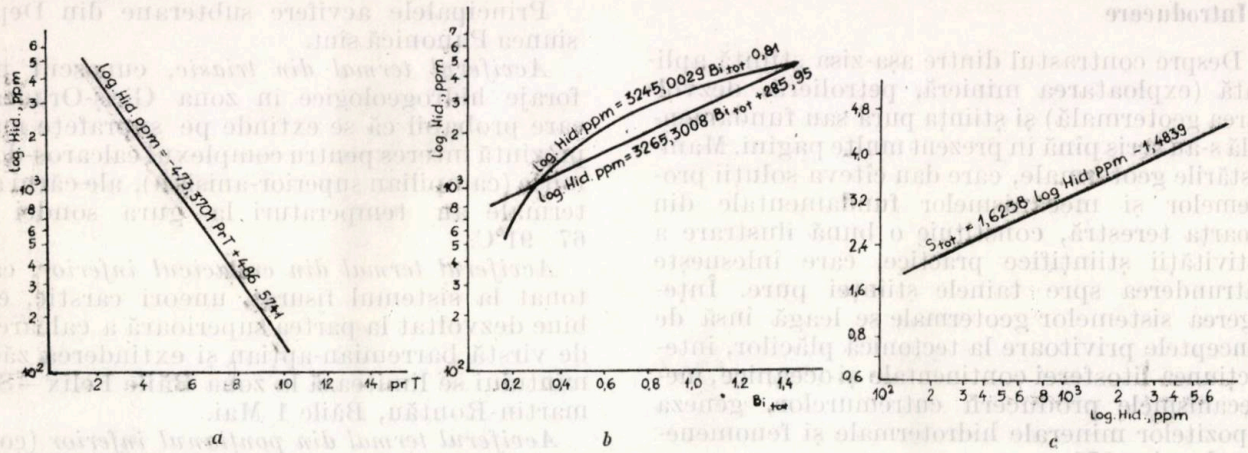
$$lg\ Hid_{p.p.m.} = -450{,}5273\ pH + 3997{,}6343$$
$$r = -0{,}6136,$$
$$lg\ Hid_{p.p.m.} = 0{,}00006\ pH^{-2{,}840}$$
$$\eta = 0{,}9313.$$

Tabelul 2

Rezultatele analizelor de corelație între indicii geochimico-bituminologici ai rocilor oligocene

Funcție	X	Y	r	η	Ecuația
$Bit_{tot} = f(C_{org})$	3,5700	0,2368	0,9516	0,9689	$Bit_{tot} = 0{,}0741\ C_{org} - 0{,}039$
$Bit_{tot} = f(Fe_2O_3)$	3,6123	0,2368	−0,4464	0,6780	$Bit_{tot} = 0{,}1093\ Fe_2O_3 + 0{,}6315$
lg $Hid_{p.p..m.} = f(C_{org})$	3,5700	3,02492	0,8605	0,9018	$lgHid_{p.p.m.} = 262{,}3342 C_{crg} + 112{,}5432$ $lgHid_{p.p.m.} = 286{,}4732\ C_{org}^{0{,}3812}$
$lgHid_{p.p.m} = f(pH)$	6,5115	3,02492	−0,6138	0,9313	$lgHid_{p.p.m.} = 450{,}5273\ pH + 3997{,}6343$ $lgHid_{p.p.m.} = 0{,}00006\ pH^{-2{,}840}$
$lgHid_{p.p.m.} = f(FeO)$	3,1985	3,02492	0,3131	0,8394	$lgHid_{p.p.m.} = 268{,}8125\ FeO + 119{,}2920$ $gHid_{p.p.m.} = 260{,}6655\ FeO^{0{,}6309}$
$lgHid_{p.p.m.} = f(Fe_2O_3)$	3,6123	3,02492	0,3539	0,5168	$lgHid_{p.p.m.} = 345{,}9404\ Fe_2O_3 + 2308{,}7224$
$lgHid_{p\ p.m.} = f(PrT)$	4,1577	3,02492	−0,8921	0,8632	$lgHid_{p.p.m.} = 473{,}3701\ PrT + 4869{,}3741$
$lgHid_{p.p.m.} = f(Bit_{tot})$	0,2368	3,02492	0,8176	0,8649	$lgHid_{p.p.m.} = 3245{,}0029\ Bit_{tot}^{0{,}8883}$ $lgHid_{p.p.m.} = 3265{,}3008\ Bit_{tot} + 285{,}9546$
$S_{tot} = f(lg\ Hid_{p.p.m.})$	3,02492	1,4927	0,5463	0,8156	$S_{tot} = 1{,}6238\ lg\ Hid_{p.p.m.} - 1{,}4839$ $S_{tot} = 0{,}1229\ lg\ Hid_{p.p.m.}^{1{,}918}$

În analiza de corelație neliniară, cu cît η ia valori mai apropiate de 1, cu atît corelația între indicii caracterelor geologice studiate este mai strînsă. În general, indicii studiați au corelație neliniară foarte intens negativă (tab. 2, fig. 2*d*)



a *b* *c*

Fig. 2. Graficul de corelație între indicii geochimico-bituminologici pentru roci pelitice oligocene din regiunea cercetată: a — $\lg Hid_{p.p.m.} = f(PrT)$; b — $\lg Hid_{p.p.m.} = f(Bi)$; c — $S_{tot} = f(\lg Hid_{p.p.m.})$

● Corelația FeO și $\lg Hid_{p.p.m.}$ În acest caz corelația liniară de regresie are coeficient de corelație foarte mic. Dar coeficientul de corelație indică condiția reducătoare pentru formarea hidrocarburilor în roci sedimentare.

● Corelația între PrT și $\lg Hid_{p.p.m.}$ Puterea reducătoare Trask și conținutul de hidrocarburi au corelație liniară moderată, acceptînd ecuația de regresie liniară:

$$\lg Hid_{p.p.m.} = -473,3701\ PrT + 4869,3741$$
$$r = -0,8921.$$

Rezultatele corelației între PrT și hidrocarburi arată că ele au o legătură strînsă în condiția reducătoare.

● Corelația conținutului de bitumen total și hidrocarburi. Această corelație are o legătură de tip liniar și neliniar, cu coeficientul de corelație, raportul de corelație și ecuații (tab. 2, fig. 2 *b*):

$$\lg Hid_{p.p.m.} = 3265,3008\ Bit_{tot} + 285,9546$$
$$r = 0,8176$$

$$\lg Hid_{p.p.m.} = 3245,0029\ Bit_{tot}^{0,8683}.$$
$$\eta = 0,864.$$

● Corelația de hidrocarburi și sulf total. Conținutul de hidrocarburi și sulful total are o legătură liniară moderată. Creșterea cantității de sulf, paralel cu cea de hidrocarburi, denotă încă o dată că mediul sedimentar al rocilor pelitice este puternic reducător. Această corelație este exprimată în mod detaliat în figura 2 *b* și tabelul 2 cu ecuația de regresie:

$$S_{tot} = 1,6238\ \lg Hid_{p.p.m.} - 1,4839$$
$$r = 0,5463$$

$$S_{tot} = 0,1229\ \lg Hid_{p.p.m.}^{1,9180}.$$
$$\eta = 0,8156$$

Concluzii

Din rezultatele obținute s-a constatat că între condițiile fizice-geochimice, geologice, compoziția minerală a rocilor, substanța organică și mediul de sedimentare, există o strînsă legătură pusă în evidență de relația între carbon organic și bitumen, carbon organic și hidrocarburi, fier oxidant și hidrocarburi, putere reducătoare și hidrocarburi, bitumen și hidrocarburi, substanță organică totală și hidrocarburi etc.

S-a constatat că conținutul în hidrocarburi (p.p.m.) și indicii geochimici-bituminologici (bitumen total, fier bivalent, puterea reducătoare Trask, carbon organic și sulf total) au o legătură strînsă direct proporțională, iar între conținutul în hidrocarburi (p.p.m.) și alți indici (p*H*-ul, fierul trivalent) există o legătură invers proporțională.

Relațiile menționate mai sus pot fi incluse în următoarele formule: $C_{org} = f(Bit)$; $\lg Hid = f(C_{org})$; $\lg Hid = f(pH)$; $\lg Hid = f(FeO)$; $\lg Hid = f(Fe_2O_3)$; $\lg Hid = f(PrT)$; $\lg Hid = f(Bit)$; $\lg Hid = f(S_{tot})$ și $Fe_2O_3 = f(Bit)$.

S-a ajuns la concluzia că în regiunea cercetată depozitele oligocene au prezentat o cantitate de material organic mai mare decît cele eocene, fapt care a condus la formarea de depozite mai bogate în hidrocarburi.

Bibliografie

[1] Băncilă, I. *Geologia Carpaților Orientali*. Ed. științifică, București, 1958

[2] Bomboe, P. *Geologia matematică*. Vol. 1. *Analiza statistică a datelor matematice*. Universitatea București, 1979

[3] Cazimir, E. *Cercetări pentru stabilirea de criterii pentru diagnosticarea rocilor mamă de țiței*. Tema 124, I.C.P.P.G., 1963

[4] Roșca, A., Vinogradov, C., Pîrvu, C. *Studiul petrografic, petrofizic și geochimic al flișului cretacic și paleogen din Carpații Orientali (V. Buzăului, V. Teleajen, V. Ialomița), cu atenție specială asupra rocilor generatoare și colectoare*. 1970 Arh. I.C.P.P.G. Cîmpina.

Cîteva aspecte privind forajul şi exploatarea apelor geotermale

L. Avram, I. Mălureanu, C. Beca
I.P.G. Ploieşti

I. Introducere

Despre contrastul dintre aşa-zisa ştiinţă aplicată (exploatarea minieră, petrolieră, dezvoltarea geotermală) şi ştiinţa pură sau fundamentală s-au scris pînă în prezent multe pagini. Manifestările geotermale, care dau cîteva soluţii problemelor şi mecanismelor fundamentale din scoarţa terestră, constituie o bună ilustrare a activităţii ştiinţifice practice, care înlesneşte pătrunderea spre tainele ştiinţei pure. Înţelegerea sistemelor geotermale se leagă însă de conceptele privitoare la tectonica plăcilor, interacţiunea litosferei continentale şi oceanice, memecanismele producerii cutremurelor, geneza depozitelor minerale hidrotermale şi fenomenele vulcanice [7].

În legătură cu exploatarea apelor geotermale din ţara noastră se poate spune că sîntem încă la început, comparativ cu exploatarea zăcămintelor de hidrocarburi, unde avem o experienţă de peste un secol, recunoscută pe plan mondial.

Exploatarea apelor geotermale ridică, desigur, o serie de probleme şi pe plan mondial. Spre exemplu, la Imperial Valley, deşi s-au forat peste 100 de sonde pentru ape geotermale (s-au întîlnit temperaturi de la 120 la 360 °C; puţul geotermal cu temperatura cea mai ridicată din lume a fost săpat în cîmpul Salton Sea, anume 365 °C la 2 000 m adîncime); recent [7] Elders şi Cohen de la Universitatea din California au propus adîncirea unui puţ de 3 700 m pînă la 5 500 m, cu scopul de a studia detaliat cele mai adînci şi, probabil, cele mai calde cîmpuri geotermale forate în lume. Aceste investigaţii ar oferi nu numai informaţii despre un sistem geotermal adînc, dar ar fi revelatoare pentru înţelegerea formării zăcămintelor geotermale.

În cele ce urmează ne-am propus să răspundem la cîteva dintre problemele ridicate de sondele geotermale din ţara noastră unde, obişnuit, s-au întîlnit temperaturi moderate, între 70 şi 150 °C.

*

Subsolul ţării noastre conţine numeroase strate cu ape geotermale, în special în partea de vest a ţării, în Depresiunea Panonică. În ultimii ani, în urma forajelor efectuate au fost identificate acvifere geotermale în judeţul Bihor (Oradea, Borş, Marghita), ca şi la Satu-Mare, Carei, Timişoara etc. Pe baza datelor obţinute de la forajele pentru hidrocarburi, precum şi a unor studii de sinteză geologică, pînă în prezent, apar ca zone de perspectivă Platforma Moesică şi Depresiunea Getică (teritoriile judeţelor Teleorman, Olt, Mehedinţi şi Gorj).

Principalele acvifere subterane din Depresiunea Panonică sînt.

Acviferul termal din triasic, cunoscut prin foraje hidrogeologice în zona Giriş-Oradea şi care probabil că se extinde pe suprafeţe mari, prezintă interes pentru complexul calcaros-dolomitic (campilian superior-anisian), ale cărui ape termale au temperaturi la gura sondei de 67–91°C.

Acviferul termal din cretacicul inferior, cantonat la sistemul fisurat, uneori carstic, este bine dezvoltat la partea superioară a calcarelor de vîrstă barremian-apţian şi extinderea zăcămîntului se limitează la zona Băile Felix—Sînmartin-Rontău, Băile 1 Mai.

Acviferul termal din ponţianul inferior (complexul termal ponţian), format din strate permeabile, psamitice, în alternanţă cu argile fin nisipoase şi argile, este întîlnit fie sub formă de strate sau lentile, fie sub forma unor „corpuri" nisipoase în mănunchi, rezultate din conjugări şi efilări locale.

Acviferul din pliocenul superior, identificat în întreaga regiune estică, este situat între 150 şi 400 m şi uneori întîlnit şi în pleistocen şi este format dintr-un complex de strate permeabile subţiri, care au o granulozitate foarte fină, separate de strate argilo-marnoase groase.

Acviferul din pleistocen este întîlnit în întreaga regiune, la adîncimi cuprinse între 50 şi 120 m. Apele sînt cantonate într-un complex de strate permeabile, care sînt în legătură hidraulică între ele.

Acviferul din holocen (*freatic*), cantonat în formaţiunile cuaternare, este format din unul sau mai multe strate situate, în general, la o adîncime de 25—30 m.

II. Dificultăţi în forajul sondelor geotermale determinate de factorul geologic şi posibilităţi de remediere a acestora

Principalele dificultăţi întîlnite în forajul apelor geotermale sînt: ţineri de gaură la manevră, prinderi ori ruperi ale garniturii; lipiri pe gaură, datorate presiunilor diferenţiale; pierderi masive de circulaţie (uneori totale) în formaţiunile constituite din calcare şi dolomite fisurate; devieri de gaură, mai ales în zona Oradea.

Elaborarea unor fluide de foraj termostabile, cu caracteristici reglate corespunzător, ar permite prevenirea dificultăţilor de natura ţinerii pe gaură, lipiri şi pierderi de circulaţie. Tehnicile de stabilizare a garniturii de foraj cunoscute şi utilizate în prezent permit, dacă sînt folosite corespunzător, să se realizeze un traiect cît mai vertical al găurii de sondă, creîn-

du-se astfel premisele unei izolări corespunzătoare a coloanelor de tubare.

Avînd în vedere că pînă în prezent în țara noastră au fost întîlnite temperaturi de pînă la 150 °C, fluidele de foraj ce pot fi utilizate sînt cele convenționale, pe bază de apă : fluide dispersate, fluide sărat-saturate, fluide inhibitive pe bază de ioni de potasiu, fluide pe bază de substanțe tensioactive.

Pentru asigurarea termostabilității acestor fluide se va menține un conținut minim de solide argiloase și se vor face tratamente cu bicromat.

Spre exemplu, în cazul unui fluid dispersat (este recomandabil, fiind cel mai ieftin), la o suspensie apă și argilă bentonitică de greutate specifică 1,05 . . . 1,15 daN/dm³, se adaugă fluidizanți (preferabil este ferocromlignosulfonatul, în doze de pînă la 30 . . . 40 kg/m³) și sodă caustică pentru a obține un $pH = 9{,}5 \ldots 11$). Ca antifiltrant se recomandă *CMC*-ul în doze de 5—10 kg/m³.

Dintre caracteristicile fluidului astfel obținut se amintesc :

— viscozitatea March, $V_M = 35-40$ S ;
— viscozitatea plastică, $\eta_p = 10$ 12 CP ;
— tensiunea dinamică de forfecare $\tau_0 = 2 - 2{,}5$ N/m² ;
— filtratul, $F = 3 - 4$ cm³.

Dificultățile în timpul forajului sondelor pentru ape geotermale au loc, în general, la traversarea formațiunilor productive, fie că ele sînt formate din calcare fisurate-cavernoase, fie că sînt de natură granulară cu gradient de presiune normal.

În ambele cazuri, dintre dificultățile amintite, cele mai multe probleme pun pierderile de fluid de foraj fie în fisurile și cavernele formațiunilor calcaroase, fie prin infiltrație în nisipurile formațiunilor productive de tip granular.

Intensitatea pierderilor de fluid de foraj este mai mare în formațiunile calcaroase cînd, în timpul circulației, fluidul nu mai ajunge la suprafață, nivelul lui în puț coborînd pînă la 100 — 300 m.

Dificultatea, în cazul pierderilor de fluid de foraj, este deosebită, deoarece pentru combatere nu se pot aplica metodele clasice (folosirea de materiale de blocaj, cimentări, folosirea de paste de blocaj), deoarece ar conduce la blocarea formațiunilor productive.

În această situație, combaterea pierderilor de fluid de foraj se realizează, de regulă, prin reducerea densității acestuia pînă ce se echilibrează presiunea hidrostatică din sondă cu presiunea de formație. Se impune o observație și anume : la pomparea noroiului de foraj prin interiorul prăjinilor (în timpul circulației sau în timpul forajului), deplasarea ascendentă a acestuia în spațiul inelar conduce la apariția unor presiuni hidrodinamice suplimentare ; fiind vorba de un echilibru strat-gaură de sondă, în condiții statice, labil, aceste presiuni suplimentare conduc la pierderea fluidului de foraj în strat.

Presiunea hidrodinamică suplimentară se calculează cu relația :

$$p_{hd} = \lambda \frac{\gamma v_{si}^2 L}{2g(D_s - D)}, \qquad (1)$$

în care :

λ reprezintă coeficientul rezistențelor hidraulice în spațiul inelar ;
γ — greutatea specifică a fluidului de foraj ;
v_{si} — viteza de circulație a fluidului în spațiul inelar ;
L — lungimea garniturii ;
D_s — diametrul găurii de sondă ;
D — diametrul nominal al garniturii de foraj ;
g — accelerația gravitațională.

Pentru calculul coeficientului rezistențelor hidraulice λ, în cazul fluidelor de tip Bingham, se determină numărul Reynolds generalizat cu ajutorul relației :

$$R_e^* = \frac{\gamma v_{si}(D_s - D)}{g\eta_n \left[1 + \frac{\tau_0(D_s - D)}{6 v_{si} \eta_n}\right]} \qquad (2)$$

în care :

η_n reprezintă viscozitatea plastică a fluidului de foraj ;
τ_0 — tensiunea dinamică de forfecare.

Pentru determinarea vitezei de circulație a fluidului în spațiul inelar se va folosi relația obișnuită :

$$v_{si} = \frac{Q}{\frac{\pi}{4}(D_s^2 - D^2)}, \qquad (3)$$

în care :

Q este debitul de fluid pompat.

Pentru $R_e^* < 2\,300$, regimul de curgere se consideră laminar, iar :

$$\lambda = \frac{80}{R_e^*}, \qquad (4)$$

iar pentru $R_e^* \geq 2\,300$, regimul de curgere este turbulent și :

$$\lambda = \frac{0{,}09}{\sqrt[7]{R_e^*}}. \qquad (5)$$

De regulă, pentru regimul de curgere laminar :

$$p_{hd} = p_{\eta_p} + p_{\tau_0}, \tag{6}$$

în care:

$$p_{\eta_p} = \frac{32\,\eta_p L v_{si}}{(D_s - D)^2}, \tag{7}$$

$$p_{\tau_0} = \frac{4\,L\,\tau_0}{D_s - D}. \tag{8}$$

Cum valorile obținute cu ajutorul relației (6) pentru dimensiunile obișnuite ale spațiilor inelare sînt apropiate de cele obținute cu ajutorul relației (1), se poate accepta, în calculele ulterioare, relația (1) pentru ambele situații [3].

De asemenea, o mare atenție trebuie acordată echilibrului strat-gaură de sondă la manevra de introducere a garniturii. Rămîn valabile relațiile (1) și (6) în care, în loc de v_{si}, se va lua viteza medie a fluidului de foraj dezlocuit v_m, calculată la jumătatea distanței dintre diametrul exterior al garniturii și gaura de sondă :

$$v_m = \left(\frac{D^2 - d^2}{D_s^2 - D^2 + d^2} + \frac{1}{2} \right) v_t, \tag{9}$$

în care :

v_t reprezintă viteza de introducere a garniturii de foraj în gaura de sondă ;

d — diametrul interior al garniturii de foraj.

În formațiunile calcaroase care nu sînt afectate de apă se poate executa forajul cu apă cu circulație pierdută, în care caz, pentru a se asigura eliminarea întregii cantități de detritus din gaura de sondă, se vor pompa la anumite intervale de timp (alese în funcție de viteza de avansare a sapei, deci de volumul de detritus dislocat), pachete de fluid de foraj vîscos, cu luarea în considerație a presiunilor statice și hidrodinamice corespunzătoare, avînd grijă ca echilibrul strat-gaură de sondă să fie asigurat.

O atenție specială trebuie acordată fluidelor de foraj ușoare, inclusiv celor cu densitate subunitară, cu solide puține, pe bază de polimeri [6]. În figurile 1 și 2 sînt prezentate performanțele relative (puterea hidraulică p_h și forța de impact F_i în funcție de debitul de fluid de foraj Q), ale fluidelor de foraj pe bază de polimeri și ale noroaielor clasice. S-a constatat că în condiții optime de foraj, fluidele pe bază de polimeri pot asigura o putere hidraulică de pînă la 25,7 % mai mare decît noroaiele convenționale (fig. 1).

III. Stadiul actual al programelor de documentare geologică și geofizică și programul de investigare care se impune

Pînă în prezent, prin investigația geofizică a sondelor geotermale, s-a urmărit, în general, localizarea în profilul litostratigrafic a stratelor poros-permeabile saturate cu apă, ceea ce a condus la caracterizarea calitativă și mai puțin cantitativă a colectoarelor.

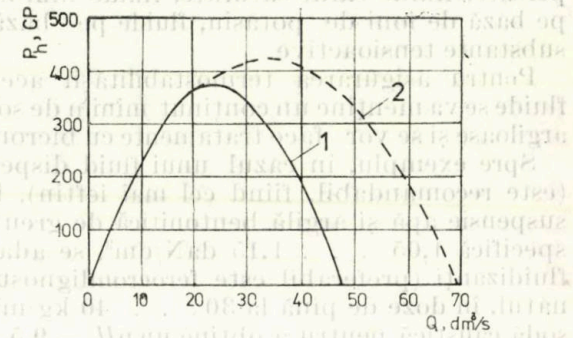


Fig. 1. *1* — Noroi convențional ; *2* — noroi pe bază de polimeri

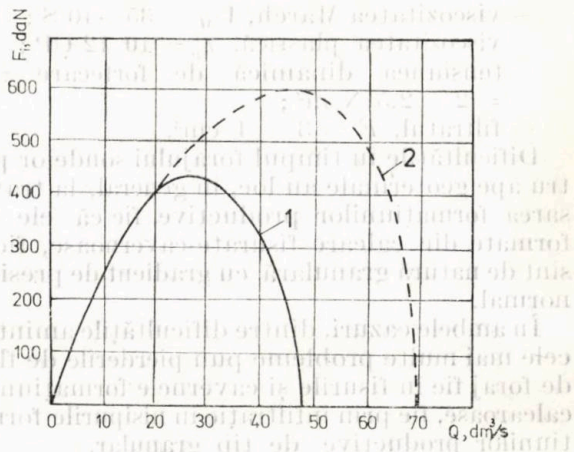


Fig. 2. *1* — Noroi obișnuit ; *2* — noroi pe bază de polimeri

Pentru caracterizarea cantitativă a colectoarelor se impune efectuarea unui complex de măsurători geofizice în sondele netubate, cît și în cele tubate. Prelucrarea și interpretarea corespunzătoare a datelor permit obținerea parametrilor petrofizici necesari proiectării și exploatării acviferelor cu ape termale.

Evaluarea completă a colectorului implică cunoașterea următoarelor mărimi : grosimea și limitele colectorului ; porozitatea ; coeficientul de saturație ; temperatura, variația gradientului geotermic ; conductivitatea termică.

Din punct de vedere geofizic, atît porozitatea, cît și saturația reprezintă mărimi care nu sînt direct măsurabile, depinzînd de un anumit număr de alți parametri geofizici : rezistivitatea reală ρ_R ; rezistivitatea subzonei spălate ρ_{io} ; rezistivitatea apei geotermale ρ_{ig} ; factorul de formație F ; densitatea δ ; viteza de propagare a undelor

elastice v; radiația gama naturală γ; radiația provocată I_{nn} etc.

Din cele de mai sus, rezultă necesitatea întocmirii unor programe de investigație care să asigure obținerea acestor parametri. Alegerea metodelor geofizice de investigație trebuie să asigure cantitatea de informații necesare caracterizării complete a colectoarelor, pe cît posibil cu un preț de cost cît mai mic. La stabilirea programului de investigație se ține seama de natura litologică a formațiunilor, precum și de natura fluidului de foraj utilizat. Desigur că stabilirea unui program eficient de investigație va trebui să aibă în vedere și alți factori legați de starea tehnică a sondei, caracterul sondei, gradul de cunoaștere a zonei cercetate etc.

Sondele forate pînă în prezent au furnizat o serie de informații referitoare la succesiunea stratelor, conținutul în fluide, gradienții de presiune și fisurare a formațiunilor, gradienții de temperatură, dar nu s-a făcut încă, cu precizie, o caracterizare cantitativă a tuturor colectoarelor.

Pe baza documentației actuale pot fi considerate următoarele :

— gradienții de presiune și fisurare sînt normali sau puțin sub valoarea normală ;

— colectoarele sînt formate, în principal, din calcare fisurate (zonele Borș și Oradea) și nisipuri (zonele Curtici, Săcuieni, Marghita, Lovrin, Tomnatec, Simbolan) ;

— adîncimea colectoarelor variază între 2 000 și 3 000 m (zona Oradea), respectiv 1 200—2 000 m (zona Lovrin), excepție făcînd acviferele din pliocenul superior, pleistocen și halocen, situate la adîncimi cuprinse între 25 și 400 m ;

— temperaturile măsurate indică valori cuprinse între 70 și 150 °C.

Avînd în vedere caracterizarea globală a acviferelor cu apă geoternală se impune să se facă următoarele precizări asupra programului de investigație geofizică propus.

Carotajul electric standard trebuie utilizat numai pentru corelări geologice și o caracterizare calitativă a colectoarelor (aceasta în limite foarte largi) după datele furnizate de carote mecanice, probe laterale, probe de sită.

De asemenea, investigația unei sonde numai cu un carotaj electric standard este mai puțin decît suficientă, caracterizarea cantitativă fiind posibilă numai prin efectuarea unui complex de măsurători, așa cum reiese din tabelul 1.

Asupra parametrilor „petrofizici" determinați din diagrafie se poate menționa că în cazul colectoarelor cu porozitate secundară (calcare fisurate) răspunsul celor trei metode de porozitate (carotaj acustic, carotaj neutronic, carotaj de densitate) este diferit. Astfel, diagrafia acustică nu este influențată, decît în foarte mică măsură, de porozitatea secundară, răspunsul depinzînd, în primul rînd, de porozitatea primară. Pe de altă parte, în cazul carotajului neutronic și de densitate, răspunsul pe diagrafie este determinat de porozitatea totală. Pentru determinări de porozitate cu o precizie foarte bună din carotajul acustic, este recomandabil ca el să fie utilizat la adîncimi mai mari de 1 000 m.

Deoarece determinarea grosimii și limitele stratelor poros-permeabil este uneori dificilă de pe curbele de P. S., în special în cazul formațiunilor carbonatate, este necesar ca acestea să fie determinate din microlaterolog și microcarotaj.

Carotajul radioactiv este necesar nu numai pentru determinarea conținutului în argilă și a

Tabelul 1

	Formațiuni calcaroase	Formațiuni grezio-nisipoase	Aplicații
Metode geofizice	Carotaj electric standard	Carotaj electric standard	Corelare geologică
	Microlaterolog cu conernometric	Microcarotaj cu conernometric	Determinarea grosimii efective a colectorului h_{ef}, a rezistivității subzonei spălate ρ_{i_0}, precum și limitele colectorului
	Laterolog	Laterolog sau carotaj electric inductiv	Determinarea rezistivității reale ρ_R. Carotajul electric inductiv pt. sondele săpate cu noroi dulce
	Carotaj radioactiv	Carotaj radioactiv	Determinarea porozității m și a conținutului de argilă din curba gama
	Carotaj gama-gama de densitate	Carotaj gama-gama de densitate	Determinarea densității globale δ și a porozității m
	Carotaj acustic de viteză	Carotaj acustic de viteză	Determinarea porozității m
	Termometrie diferențială și măsurători de temperatură în puncte	Termometrie diferențială și măsurători de temperatură în puncte	Studiul variației gradientului geotermic, conductivitatea termică și determinări de flux geotermic Interpretarea corectă a rezultatelor cercetărilor geofizice în sondă

porozității, dar dă posibilitatea rezolvării unor probleme ridicate de deversarea apelor uzate care poate fi uneori nocivă pentru mediul înconjurător.

Avînd în vedere scopul forajului pentru apele geotermale, este necesar ca la fiecare sondă să fie executate atît termometrie diferențială, cît și măsurători de temperatură în puncte care permit efectuarea de studii geotermice.

Apare evident faptul că datele furnizate de geofizica de sondă sînt de un real folos în rezolvarea problemelor specifice ridicate de sondele geotermale. De asemenea, nu pot fi excluse și probleme noi în interpretarea cantitativă, unde experiența este mai mică, comparativ cu problemele puse de sondele săpate pentru hidrocarburi.

O atenție deosebită trebuie acordată în interpretarea faptului că, spre deosebire de colectoarele de hidrocarburi, care conțin numai parțial apă de zăcămînt mineralizată, acviferele geotermale sînt saturate cu apă cu un grad de mineralizare ridicat, care reduc rezistivitatea rocii. Astfel, spre deosebire de colectoarele de hidrocarburi, care apar „pozitive" în diagrafie, acviferele geotermale apar „inundate", iar, din punct de vedere cantitativ, cu saturații în apă apropiate de 100%.

IV. Construcții de sonde : situația din țara noastră. Aspecte privind productivitatea stratelor

La alegerea programului de construcție privind o sondă forată pentru ape geotermale, se ține seama de următoarele criterii :

- variația gradientului de presiune al fluidelor din porii rocilor ce urmează a fi traversate ;
- dificultățile de foraj preconizate ;
- solicitările la care vor fi supuse coloanele atît în timpul tubajului, cît și în timpul exploatării (inclusiv solicitările suplimentare datorate variației temperaturii apei) ;
- sistemul de exploatare a apei geotermale (în erupție, aerlift sau pompă submersibilă) ;
- debitele de apă ce urmează a fi exploatate.

În țara noastră, construcția sondelor geotermale a suferit modificări în timp, de la săparea primei sonde pentru ape geotermale în zona Oradea în anul 1962 și pînă în prezent.

Astfel, la primele foraje pe structura Oradea-Borș, programul de construcție prevedea o coloană de ancoraj de 12 3/4 in (323,85 mm), o coloană intermediară liner, de 8 5/8 in (219,075mm), și coloana de exploatare de 5 3/4 in (146,05 mm). Aceasta din urmă a fost tubată fie la zi , fie liner și prevăzută cu fante (150—200 mm × 30 cm) în dreptul colectorului.

În zona Banatului de vest (perimetrele geotermale Tomnatec, Lovrin, Sînicolau-Mare, Jimbolia), primele construcții de sonde prevedeau o coloană de 9 5/8 in (244,475 mm) la 500m, cimentată la zi și un liner de 7 in (177,8 mm) de la circa 400 m la adîncimea finală. În continuare, s-a trecut la tubarea a trei coloane : 13 3/8 in (339,7 mm) la circa 250 m, 9 5/8 in (244,475 mm) la 800—900 m și un liner de 7 in (177,8 mm) de la 700—800 m la adîncimea finală.

În prezent, s-a ajuns la un program de construcție comun atît pentru sondele din perimetrul Oradea-Borș, cît și pentru cele din Banatul de vest, ținîndu-se seama de criteriile amintite și anume :

— coloana de ancoraj de 13 3/8 in (339,7 mm) ;
— coloana pierdută de 9 5/8 in (244,475 mm) ;
— coloana de exploatare (liner) de 7 m (177,8 mm).

În cazul unor sonde adînci, unde apar dificultăți în foraj, s-a tubat linerul de 7 in (177,8mm) deasupra formațiunii productive sau deasupra intervalului ce urma a fi deschis, după care s-a tubat un liner 5 in (127 mm) prin cel de 7 in (177,8 mm).

Atunci cînd se sapă sonde pentru ape geotermale în zone necunoscute sau în zone în care urmează a se traversa formațiuni presurizate anormal, coloana intermediară se tubează pînă la suprafață, dimensionată să asigure executarea forajului pînă la adîncimea finală în deplină siguranță *.

Iese în evidență combinația de burlane de 9 5/8—7 in (244,475—177,8 mm), cel din urmă fiind liner cimentat pentru colectorul granular, respectiv necimentat pentru colectorul carbonatic.

Pentru burlanele șlițuite de 7 in (177,8 mm) se realizează, de regulă, 360 fante/m, de dimensiuni 1,2 × 100 mm, obținînd o suprafață deschisă de 14% (pentru îmbunătățirea rezistenței mecanice, fără a diminua debitul, s-a propus confecționarea șlițurilor cu o suprafață deschisă de 6%, respectiv 110—120 fante/m, cu dimensiunea 3 × 100 mm). Tehnologia de deschidere adoptată a dat, în general, rezultate bune ; fac excepție cazurile cînd, printr-o exploatare forțată, au loc înnisipări parțiale, care au necesitat operații de intervenții. Totodată, se constată necesitatea ca, după perioadele de sezon de exploatare, să se efectueze intervenții și la unele sonde exploatate rațional.

Cu toate rezultatele bune obținute cu sistemul de deschidere adoptat, este necesar, în continuare, să se elaboreze tehnologii noi de deschidere cum ar fi tubarea de coloane șlițuite cu filtru de pietriș, consolidări prin injecții de nisip etc.

O problemă aparte o constituie forarea sondelor de injecție care prezintă o importanță deosebită, deoarece apa uzată poate fi uneori nocivă pentru mediul înconjurător. Totodată, prin injecția apei uzate în strat se va menține o presiune a stratului la cote ridicate, prelungindu-se perioada eruptivă de producție și recuperîn-

* Vamvu V. — Comunicare personală, 1984

du-se din roca respectivă o cantitate suplimentară de căldură.

Pînă în prezent, injectarea apei uzate în stratele productive s-a realizat în zona Borş-Bihor în formaţiunile calcaroase fisurate-cavernoase, prin sonde de injecţie. Injecţia apei se realizează de fapt prin curgere liberă în sondă şi este de presupus că pentru debite mari, injecţia va avea loc la o anumită presiune de pompare.

Problema deosebită o constituie injecţia apelor uzate în formaţiuni de tip granular, deoarece, în acest tip de colectoare, injecţia se realizează la presiuni mari şi debite mici, ceea ce impune folosirea unor staţii de pompare capabile să realizeze presiuni de pompare mari, folosirea unui număr mare de sonde de injecţie cu o construcţie care să permită presiunile mari de injecţie. Avîndu-se în vedere că în acviferul termal din ponţianul inferior sînt strate nisipoase sub forma unor „corpuri nisipoase", pe baza unei foarte bune documentări geologice şi geofizice, trebuie ca acestea să fie delimitate în vederea injectării apelor uzate, ceea ce ar evita, între altele, interferenţa sondelor.

Referitor la p r o d u c t i v i t a t e a s t r a t e l o r deschise prin perforare, se poate spune că, în principal, aceasta depinde de :

— densitatea perforaturilor ;
— diametrul perforaturilor ;
— distanţa pe care a pătruns glonţul.

Debitul sondei, în situaţia în care se folosesc linere şliţuite, este :

$$Q = \frac{2\pi kh\,\Delta p}{\mu\left(\ln\frac{R_e}{R_s} + \frac{2}{n}\ln\frac{2}{\pi S_f}\right)}, \qquad (10)$$

în care :

k reprezintă permeabilitatea stratului ;
h — grosimea stratului ;
Δp — diferenţa dintre presiunea statică şi presiunea dinamică ;
μ — viscozitatea dinamică a lichidului ;
R_e — raza conturului de alimentare ;
R_s — raza găurii de sondă ;
S_f — fracţiunea de suprafaţă deschisă a coloanei ;
n — numărul de şiruri de fante.

S-a constatat, folosindu-se modele electrice, că ecuaţia (10) reprezintă o bună aproximaţie atîta vreme cît $S_f \leqslant 0{,}3$.

Efectul coloanei şliţuite asupra capacităţii de producţie, practic, poate fi neglijat. S-a constatat că o fracţiune din suprafaţa deschisă de numai 6% poate asigura 0,92—0,96 din debitul sondei perfecte, ceea ce este satisfăcător.

La alegerea mărimii şliţurilor şi a distribuţiei acestora este necesar să se ţină seama, în primul rînd, de considerente mecanice de rezistenţă şi nu de considerente hidrodinamice.

În cazul perforaturilor aplicate în coloană, trebuie menţionat faptul că este imposibil să se obţină perforaturi de diametru foarte mare, întrucît diametrul coloanei de producţie limitează pe acela al aparatului de perforat, iar, funcţie de acesta, sînt limitate diametrul gloanţelor şi cel al încărcăturii. În figura 3 este redat

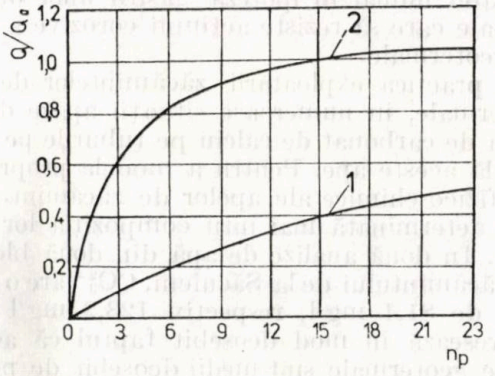


Fig. 3. *1*. Penetraţia în strat este egală cu zero ; *2* — penetraţia este egală cu un diametru de sondă

efectul densităţii perforaturilor şi al diametrului lor asupra productivităţii (Q reprezintă debitul sondei imperfecte, prevăzută cu perforaturi, Q_o debitul sondei perfecte corespunzătoare, iar n_p numărul de perforaturi pe un metru lungime de coloană ; diametrul perforaturilor este 12,7 mm).

Se remarcă faptul că deschiderea colectoarelor fisurate prin coloane şliţuite a dat rezultate satisfăcătoare în ceea ce priveşte obţinerea debitelor de exploatare, însă, din punctul de vedere al cercetării sondelor, tehnologia folosită nu a oferit posibilitatea unor testări şi stimulări selective a intervalelor mari deschise. Apare astfel necesitatea alegerii unui program de construcţie adecvat, în sensul tubării colanei de exploatare pînă la suprafaţă, cimentarea corespunzătoare a acesteia (din punct de vedere geologic şi tehnic) şi deschiderea selectivă prin perforaturi (în sprijinul ideii de aducere a coloanei de exploatare la suprafaţă vine şi compoziţia, respectiv caracterul coroziv al apelor geotermale).

Ca urmare, se desprind, ca propuneri :

— executarea unor teste selective printr-o coloană de exploatare tubată pînă la suprafaţă şi cimentată corespunzător din punct de vedere geologic şi tehnic ;

— studierea posibilităţilor de folosire a sistemelor de filtru cu pietriş, folosite pe plan mondial la acest tip de exploatare.

De asemenea, o altă problemă ce ar putea conduce la economii de material ar fi aceea a utilizării următorului program de construcţie a sondelor ; coloana de ancoraj de $18^5/_8$ in (473,075 mm) la 100—150 m ; două coloane

intermediare, una de 13 3/8 (339,7 mm) la 1350 m și alta (coloană pierdută) de 9 5/8 in (244,475 mm) la 1800 m ; coloana de exploatare (coloană pierdută) la 2 900—3 000 m.

Această modificare este posibilă avîndu-se în vedere că la zăcămintele geotermale nu se întîlnesc presiuni mari. Ca să nu pară un paradox, ținînd seama de cele afirmate mai înainte, facem precizarea că acest program este aplicabil numai în ipoteza găsirii unor oțeluri speciale care să reziste acțiunii corozive a apelor geotermale.

În practica exploatării zăcămintelor de ape geotermale, în numeroase situații apare depunerea de carbonat de calciu pe tuburile pe care circulă aceste ape. Pentru a modela proprietățile fizico-chimice ale apelor de zăcămînt, trebuie determinată mai întîi compoziția lor chimică. În două analize de apă din două blocuri ale zăcămîntului de la Săcuieni, CO_3^{2-} are o pondere de 81,4 mg/l, respectiv 123,2 mg/l [5]. Interesează în mod deosebit faptul că aceste fluide geotermale sînt medii deosebit de polare și, în contact cu materialul feros pe care circulă, vor acționa asupra metalului.

Avînd în vedere importanța apelor geotermale din punct de vedere energetic și faptul că țara noastră este la început de drum în unele probleme privind exploatarea lor, considerăm că este necesar ca unii dintre cei care au lucrat și lucrează în domeniul exploatării zăcămintelor de hidrocarburi să-și îndrepte atenția și în direcția problemelor ridicate de apele geotermale și în special o deosebită atenție trebuie acordată proiectării exploatării lor.

Bibliografie

[1] Howard, J. H. *Stadiul actual și perspectivele utilizării neelectrice a resurselor geotermale,* NATO—CCMS, Raport nr. 40, 1975.

[2] Țenu, A. *Zăcămintele de ape hipertermale din nord-vestul României,* Editura Academiei R. S. R., 1981.

[3] Iordache, G. *Presiunile suplimentare care apar în procesul de foraj.* Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere, 1968.

[4] Șerban, C. *Evaluarea și interpretarea diagramelor înregistrate la măsurătorile de presiune,* I. C. P. P. G., Cîmpina, 1980.

[5] Părcălăbescu, I. D. *Asupra depunerii carbonatului de calciu pe care circulă ape geotermale și ape de injecție.* Mine, Petrol și Gaze, nr. 7, 1983.

[6] Avram, L. *Cîteva aspecte privind hidraulica sapei în condiții de șantier.* Mine, Petrol și Gaze nr. 2, 1983.

[7] Grew, P. C. *Geothermal Resources of California.* Public Utilitic Commission, San Francisco, 1984.

[8] Crețu, I. ș. a. *Inginerie de zăcămînt.* Vol. I, Ed. tehnică, București, 1982.

Asupra calculului automat al masturilor de foraj

Prof. dr. ing. **N. Posea**, ing. **St. Minoiu**,
ing. **C. Coman**,
Institutul de petrol și gaze Ploiești
ing. **C. Popeia**, Întreprinderea „1 Mai".

I. Generalități

Masturile instalațiilor de foraj sînt construcții metalice care servesc la susținerea garniturii de foraj în timpul procesului de forare, precum și la introducerea coloanelor de burlane în timpul tubării găurii de sondă.

Din punct de vedere static, masturile sînt structuri spațiale statice, nedeterminate, alcătuite din bare cu noduri elastice. Solicitările puternice la care este supus mastul în timpul funcționării, precum și rolul important pe care acesta îl are în cadrul instalației de foraj, impun proiectantului efectuarea unui calcul exact al stării de deformații și tensiuni în elementele structurii. Acest calcul nu poate fi efectuat decît utilizînd programe adecvate pentru calculatoare electronice.

Folosirea calculatoarelor electronice pentru calculul masturilor permite optimizarea structurii, fapt care conduce la creșterea siguranței în funcționare a instalației de foraj și la micșorarea consumului de metal.

II. Calculul stării de deformații și tensiuni în elementele structurii

Pentru calculul deplasărilor nodurilor mastului și al eforturilor secționale în elementele structurii, s-a folosit programul SAP 4, elaborat de Universitatea Berkeley. Acest program permite efectuarea calculului static de ordinul I și calculul dinamic al structurilor discretizate în elementele finite de orice tip. Programul poate fi rulat pe un calculator FELIX cu o memorie de minimum 80 pagini și poate executa calculul deplasărilor și al eforturilor secționale pentru diferite ipoteze de calcul ce realizează diferite grupări ale sarcinilor care acționează asupra structurii.

Nu sînt impuse nici un fel de restricții privind topologia structurii (numerotarea nodurilor și a barelor), materialul barelor poate fi diferit de la bară la bară. Sarcinile pot fi forțe concentrate sau momente concentrate ce acționează în nodurile structurii. Programul ia în calcul și greutatea barelor structurii. Reazemele pot fi

rigide sau elastice, cu cedări inițiale după orice direcție.

Calculul tensiunilor în barele supuse la întindere și încovoiere dublă și verificarea rezistenței barelor solicitate la compresiune și încovoiere dublă s-a făcut cu ajutorul unui program elaborat în acest scop. Acest program (TENS) utilizează, pentru calculul tensiunilor în barele solicitate la încovoiere dublă cu forță axială, relațiile indicate în manualele de rezistența materialelor. Verificarea barelor solicitate la compresiune și încovoiere dublă s-a făcut cu ajutorul relațiilor indicate de normativul A.I.S.C. (American Iron and Steel Construction) utilizat la efectuarea calculului de rezistență al masturilor. Condiția de rezistență care trebuie îndeplinită în cazul barelor solicitate la încovoiere dublă și flambaj este :

$$\frac{\sigma_{ef.ax.}}{\sigma_{af}} + \frac{|M_y|}{\sigma_{a\,inc} W_y \left(1 - \frac{\sigma_{ef.ax}}{\sigma_{e'y}}\right)} + \frac{|M_z|}{\sigma_{a.\,inc} W_z \left(1 - \frac{\sigma_{ef.ax}}{\sigma_{e'z}}\right)} \leqslant 1, \quad (1)$$

în care :

$\sigma_{ef.ax}$ este tensiunea normală efectivă produsă de forța axială N.

$$\sigma_{ef.ax} = \frac{|N|}{A}, \quad (2)$$

unde A este aria secțiunii transversale a barei.

$\sigma_{a\,inc} = 0{,}6\ \sigma_c$ este efortul unitar admisibil la încovoiere, σ_c fiind rezistența de curgere a materialului barei.

M_y, M_z — momentele încovoietoare după axele centrale principale de inerție y și z ale secțiunii transversale;

W_y și W_z — modulele de rezistență corespunzătoare acelorași axe.

$$\sigma_{a.f} = \min.\ [\sigma_{afy},\ \sigma_{afz}] \quad (3)$$

σ_{afy}, σ_{afz} sînt tensiunile admisibile la flambajul după axele y și z. Ele se calculează în funcție de materialul barei și de coeficienții de zvelțețe λ_y, λ_z, cu relațiile :

$$\sigma_{af} = \frac{12\pi^2 E}{23\lambda^2} \text{ pentru } \lambda > 107, \quad (4)$$

$$\sigma_{af} = \frac{\left(1 - \frac{\lambda^2}{2C_c^2}\right)\sigma_c}{\frac{5}{3} + \frac{3\lambda}{8C_c} - \frac{\lambda^3}{8C_c^3}} \text{ pentru } \lambda < 107, \quad (5)$$

unde :

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{\sigma_c}}. \quad (6)$$

Lungimile de flambaj utilizate la calculul coeficienților de zvelțețe se calculează cu relația :

$$l_f = kl, \quad (7)$$

unde l este lungimea barei, iar $K = 0{,}8$.

$\sigma_{e'y}$, $\sigma_{e'z}$ se calculează cu relațiile :

$$\sigma_{e'y} = \frac{12\pi^2 E}{23\lambda_y^2}, \quad (8)$$

$$\sigma_{e'z} = \frac{12\pi^2 E}{23\lambda_z^2}, \quad (9)$$

E fiind modulul de elasticitate longitudinală al materialului barei.

Schema logică a programului pentru calculul tensiunilor și verificarea de rezistență a barelor sînt date în figura 1.

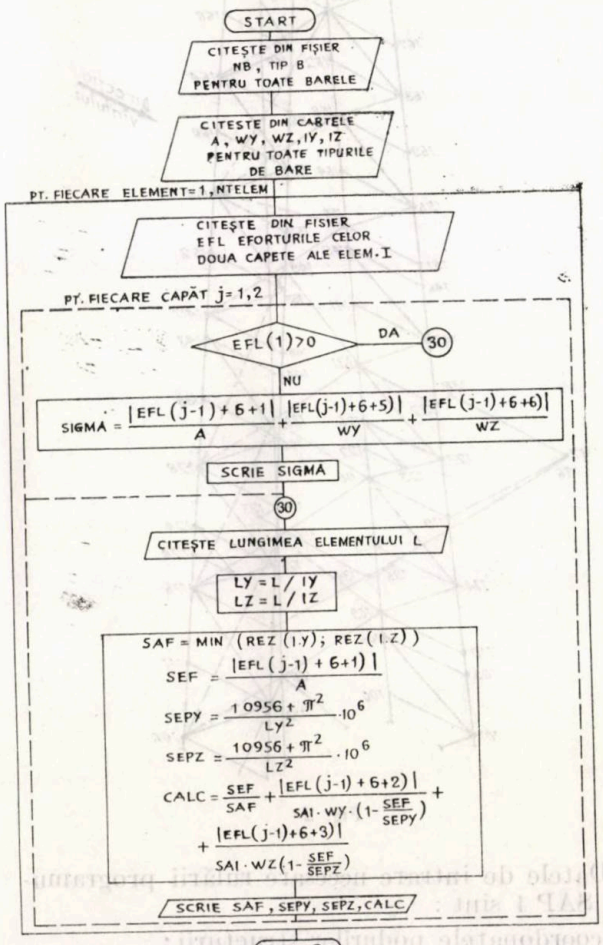


Fig. 1

Pentru efectuarea calculului de rezistență al unui mast se rulează programul SAP 4, care dă deplasările nodurilor structurii și eforturile secționale din barele sistemului. Aceste eforturi secționale constituie date de intrare pentru programul TENS, prin rularea căruia se fac verificările de rezistență ale tuturor barelor sistemului.

III. Calculul mastului instalației de foraj F—580—DH

Pregătirea datelor de intrare

Schema structurii mastului F—580—DH, pe care au fost indicate numerele nodurilor, este dată în figurile 2 și 3.

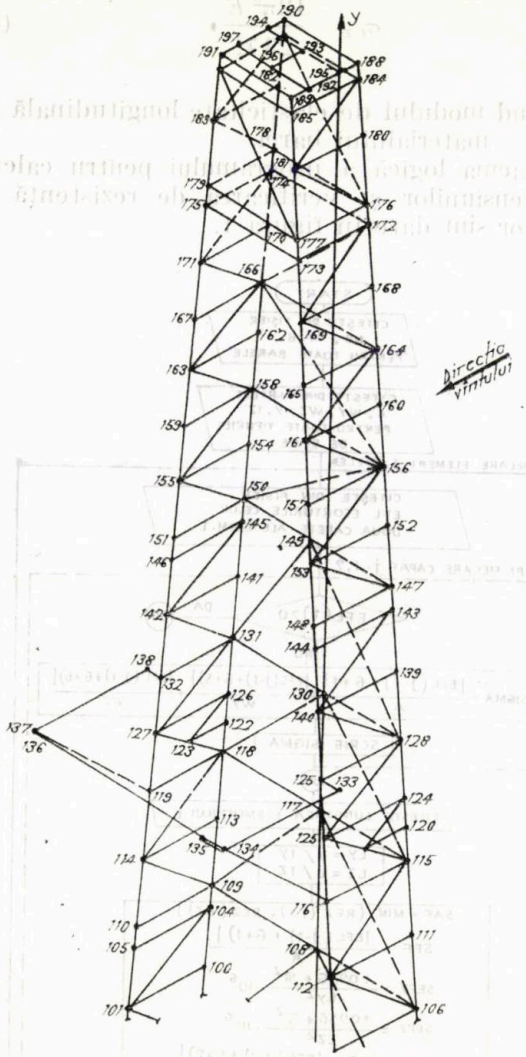


Fig. 2

Datele de intrare necesare rulării programului SAP 4 sînt :

— coordonatele nodurilor structurii ;

— numerotarea barelor structurii, precizarea sistemului local de axe al fiecărei bare și indicarea caracteristicilor geometrice ale secțiunii transversale a barelor ;

— precizarea sarcinilor exterioare și a rezemărilor structurii.

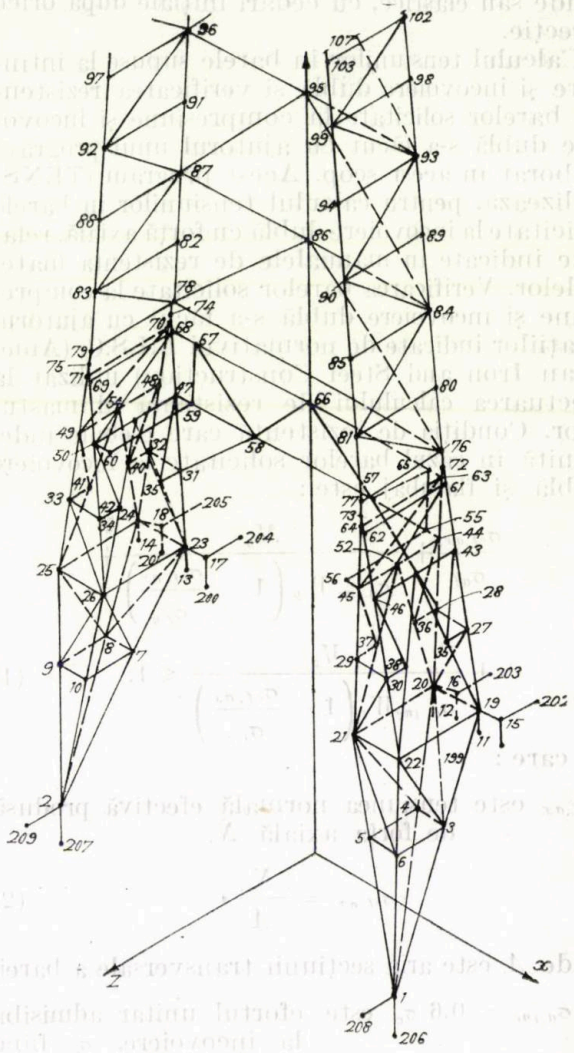


Fig. 3

Calculul a fost făcut pentru următoarele variante :

- mast cu reazeme rigide ;
- mast cu reazeme elastice

Coeficientul de rigiditate al reazemelor rigide este $K = 10^{10}$. Reazemele elastice din nodurile 11, 12, 13, 14 introduc cîte o legătură simplă după direcția OY a sistemului general de axe, iar articulațiile plane elastice din nodurile 16, 17, 18 introduc cîte două legături simple după direcțiile axelor OY și OZ. Coeficienții de rigiditate după direcția legăturilor simple sînt :

— pentru reazemele din nodurile 11 și 14, $K = 81\,600$;

— pentru reazemele din nodurile 12 și 13, $K = 50\,090$;

— pentru reazemele din nodurile 15 și 18 în direcția OY, $K = 78\,150$, iar în direcția OZ, $K = 89\,980$;

— pentru reazemele din nodurile 16 și 17 în direcția OY, $K = 48\,750$, iar în direcția OZ, $K = 104\,200$.

Modul de grupare a sarcinilor exterioare care acționează asupra mastului în diferite ipoteze de calcul este.

I p o t e z a 1.

— Încărcări provenite din sarcina maximă de lucru la cîrlig.

— Sarcinile permanente provenite din greutatea proprie a barelor și greutățile subansamblurilor instalației montate pe mast.

— Încărcări produse din acțiunea vîntului cu viteza de 30 km/h care acționează asupra mastului și a stivelor de prăjini.

I p o t e z a 2.

— Sarcinile permanente.

— Încărcări produse de acțiunea vîntului cu viteza de 160 km/h care acționează asupra mastului și asupra unei stive de prăjini.

I p o t e z a 3.

— Sarcinile permanente.

— Încărcări produse de acțiunea vîntului cu viteza de 200 km/h care acționează asupra mastului.

IV. Analiza rezultatelor obținute

1. *Deplasările nodurilor structurii*

Deplasările u, v, w, în direcțiile axelor OX, OY, OZ ale sistemului general de axe, pentru unele noduri ale mastului cu reazeme rigide și elastice, produse de sarcinile care acționează asupra mastului conform ipotezelor 1 și 3 de calcul sînt date în tabelele 1 și 2. Deplasările u, v, w și deplasarea totală ale nodurilor coroanei geamblacului produse de sarcinile din ipoteza 1 de calcul sînt date în tabelul 3.

Cu valorile deplasărilor din tabelele 1, 2, 3 s-au trasat în figura 4 formele deformate ale mastului cu reazeme rigide și cu reazeme elastice, precum și deplasarea coroanei geamblacului. Analizînd forma deformatelor și valorile deplasărilor nodurilor, se pot trage următoarele concluzii :

- nodurile structurii au deplasările cele mai mari în sensul pozitiv al axei Z, pentru toate ipotezele de calcul ;
- deplasările maxime sînt deplasările nodurilor din vîrful mastului ;
- pentru ipotezele 2 și 3, la care acțiunea vîntului este puternică, deplasările mastului cu reazeme elastice sînt mai mari decît deplasările mastului cu reazeme rigide ;
- în cazul încărcării mastului cu sarcina maximă de lucru (ipoteza 1), deplasările mastului cu reazeme elastice sînt mai mici decît deplasările mastului cu reazeme rigide ;
- în cazul ipotezei 1 de încărcare se constată o ușoară deplasare a mastului în sensul pozitiv al axei X ;
- coroana geamblacului are o translație și o rotire față de poziția inițială.

Tabelul 1

Nodul	Reazeme elastice			Reazeme rigide		
	u, cm	v, cm	w, cm	u, cm	v, cm	w, cm
189	0,79	−2,89	13,12	0,5	−2,89	16
185	0,81	−2,83	12,58	0,52	−2,83	15,39
177	1,02	−2,63	10,92	0,7	−2,64	13,54
161	0,88	−2,32	8,39	0,55	−2,32	10,69
148	0,72	−2	6,17	0,39	−2,01	8,16
125	0,55	−1,66	4,17	0,23	−1,67	5,84
107	0,31	−1,29	2,49	0	−1,3	3,82
90	−0,07	−0,96	1,14	−0,34	−0,97	2,09
77	−0,22	−0,59	0,21	−0,47	−0,59	0,77
22	0,46	−0,23	−0,12	0,22	−0,23	0
1	0	0	0	0	0	0
191	0,79	−2,87	13,51	0,5	−2,85	16,23
187	0,83	−2,81	12,97	0,54	−2,79	15,62
179	1,01	−2,64	11,41	0,7	−2,63	13,83
163	0,88	−2,33	9,94	0,55	−2,32	11
151	0,67	−2,02	6,69	0,35	−2	8,43
127	0,52	−1,67	4,63	0,2	−1,65	6,03
110	0,53	−1,31	2,85	0,23	−1,29	3,94
92	0,69	−0,98	1,37	0,42	−0,95	2,13
79	0,65	−0,6	0,33	0,47	−0,58	0,77
25	0,21	−0,2	−0,11	−0,21	−0,22	0
2	0	0	0	0	0	0

2. *Analiza tensiunilor în barele mastului*

Din analiza tensiunilor și a indeplinirii condiției de rezistență (1) pentru barele mastului se pot trage următoarele concluzii :

— pentru toate ipotezele de calcul, elementele cele mai încărcate ale mastului sînt barele montanților ;

— solicitările cele mai mari se produc în cazul ipotezei 1 de calcul ;

— orizontalele și diagonalele mastului sînt slab solicitate pentru toate ipotezele de calcul adoptate ;

Tabelul 2

Nodul	Reazeme elastice			Reazeme rigide		
	u, cm	v, cm	w, cm	u, cm	v, cm	w, cm
189	0	−1,05	26,58	0	−1,06	21,98
185	0	−1,05	25,63	0	−1,06	21,15
177	0	−1,04	22,9	0	−1,06	18,75
161	0	−1,02	18,5	0	−1,03	14,88
148	0	−0,97	14,61	0	−0,97	11,47
125	0,02	−0,87	10,78	0	−0,88	8,15
107	0	−0,74	7,38	0	−0,75	5,24
90	0	−0,58	4,23	−0,22	−0,6	2,65
77	0,17	−0,36	1,87	−0,24	−0,39	0,85
22	0,36	−0,19	0,17	0,15	−0,16	0
1	0	0	0	0	0	0
191	0	−1,05	26,59	0	−1,05	21,91
187	0	−1,05	25,64	0	−1,05	21,08
179	0	−1,04	22,92	0	−1,04	18,67
163	0,03	−1,02	18,53	0	−1,02	14,79
151	0,03	−0,96	14,64	0	−0,96	11,39
127	0,02	−0,87	10,82	0	−0,87	8,07
110	0,03	−0,74	7,41	0	−0,74	5,19
92	0,02	−0,58	4,25	0,19	−0,59	2,62
79	−0,16	−0,36	1,88	0,24	−0,39	0,84
25	−0,36	−0,19	0,17	−0,15	−0,16	0
2	0	0	0	0	0	0

– montanţii mastului de pe faţa dinspre podul podarului sînt mai solicitaţi decît cei de pe faţa opusă.

Modul în care este îndeplinită condiţia de rezistenţă (1) pentru cele mai solicitate bare ale montanţilor mastului cu reazeme rigide şi

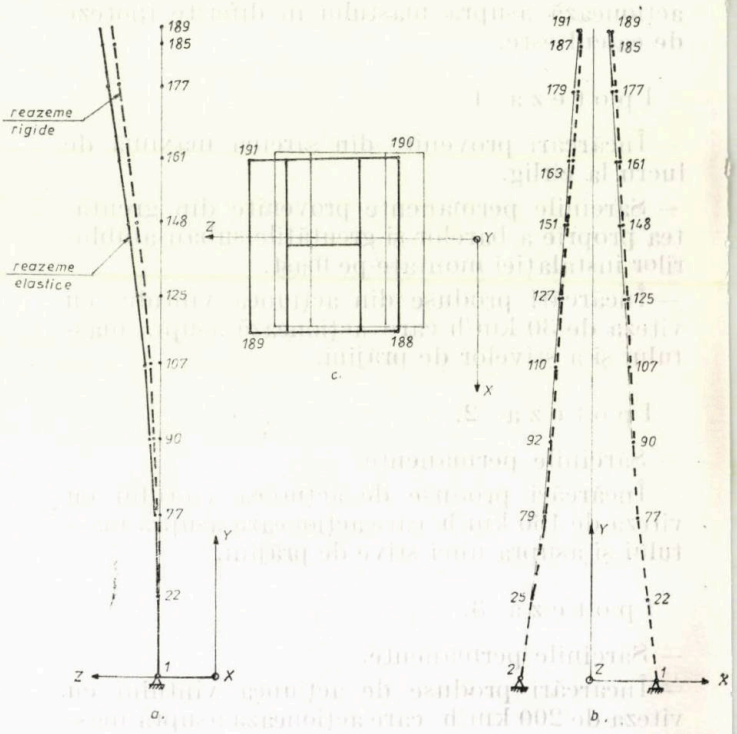


Fig. 4

cu reazeme elastice, pentru ipoteza 1 de calcul, este arătat în tabelul 4.

Analizînd valorile din tabelul 4 rezultă :

- montanţii 107, 112, 116 etc. sînt mai solicitaţi decît montanţii 110, 114, 119, etc. atît în cazul mastului cu reazeme rigide, cît şi în cazul mastului cu reazeme elastice;
- barele cele mai solicitate ale mastului sînt montanţii în zona de sub podul podarului;
- solicitările în barele mastului cu reazeme rigide sînt mai mici decît în cazul mastului cu reazeme elastice.

Tabelul 3

Deplasarea, cm	Reazeme elastice				Reazeme rigide			
	188	189	190	191	188	189	190	191
u	0,46	0,79	0,46	0,79	0,32	0,5	0,32	0,5
v	−1,99	−2,89	−1,96	−2,87	−1,87	−2,89	−1,82	−2,85
w	13,12	13,12	13,51	13,51	16	16	16,23	16,23
$\Delta=\sqrt{u^2+v^2+w^2}$	13,28	13,46	13,66	13,83	16,11	16,27	16,33	16,49

Tabelul 4

Bara		Valoarea condiției de rezistență	
Nodul *i*	Nodul *j*	mast cu reazeme elastice	mast cu reazeme rigide
107	112	1,08	0,91
110	114	1,03	0,88
112	116	1,05	0,88
114	119	0,99	0,84
116	125	1,03	0,91
119	127	0,97	0,87
125	129	1	0,85
127	132	0,94	0,82
129	140	1,01	0,88
132	142	0,94	0,85

Concluzii

1. Calculul exact a stării de deformații și tensiuni în masturile instalațiilor de foraj nu poate fi făcut manual.

2. Programul SAP 4 și subprogramul TENS permit determinarea deplasărilor nodurilor structurii și efectuarea verificării modului de îndeplinire a condițiilor de rezistență în toate barele sistemului, pentru orice combinație de încărcări posibile.

3. Deoarece montanții în zona de sub podul podarului îndeplinesc la limită condiția de rezistență (1), iar eforturile în orizontalele și diagonalele mastului sînt foarte mici, s-ar putea studia o variantă constructivă de mast care să aibă montanții mai rigizi în zona podului podarului, iar diagonalele și orizontalele cu secțiuni transversale mai mici.

4. În baza analizei stării reale de tensiuni din elementele mastului se poate realiza o optimizare a structurii acestuia, în condițiile unei depline siguranțe în funcționare.

Bibliografie

[1] E d w a r d, L. W. *A static analisis program for three dimensional solid structures.* Denver Mining Research Center U. S. Department of the Interior Bureau of Miner, September, 1971.

[2] M a s s o n e t, Ch. *Calculul structurilor la calculatoare electronice.* Ed. tehnică, București, 1974.

[3] P o s e a, N. *Rezistența materialelor.* Ed. didactică și pedagogică, București, 1979

[4] *** *Normativ pentru calculul masturilor instalațiilor de foraj și intervenție pe baza specificației API 4 E.*

Remedieri și perfecționări privind structura rezervoarelor sferice de 1000 m³ pentru gaze lichefiate

Prof. univ. dr. ing. A. Pavel
Institutul de petrol și gaze Ploiești

În urma seismului din 4 martie 1977, sistemul de rezemare la cîteva rezervoare sferice de 1 000 m³ (fig. 1), pentru gaze lichefiate tehnice (butan-butilenă, propan-propilenă, GPL, etilenă ș. a.), a fost afectat, constatîndu-se avarii :

1) Îndoirea sau îngenuncherea șuruburilor de fundație la nivelul tălpii picioarelor tubulare și chiar ruperea acestora (de ex. în cazul piciorului cu nr. 8 în figura 2), la unele dintre rezervoarele care erau încărcate la capacitatea

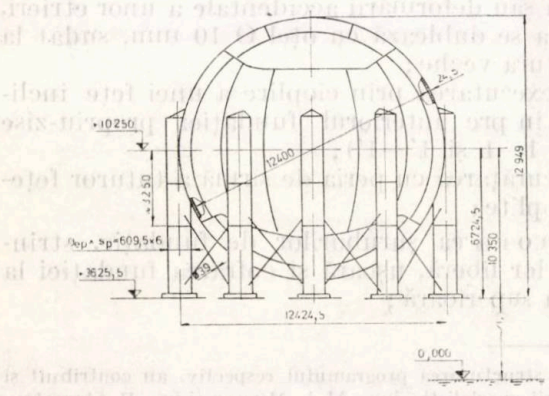


Fig. 1. Rezervorul sferic de 1 000 m³, pentru etilenă lichefiată, cu rezemare simetrică — pe picioare verticale tubulare — în planul ecuatorial al mantalei.

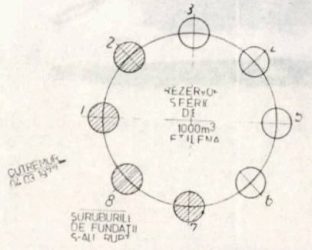
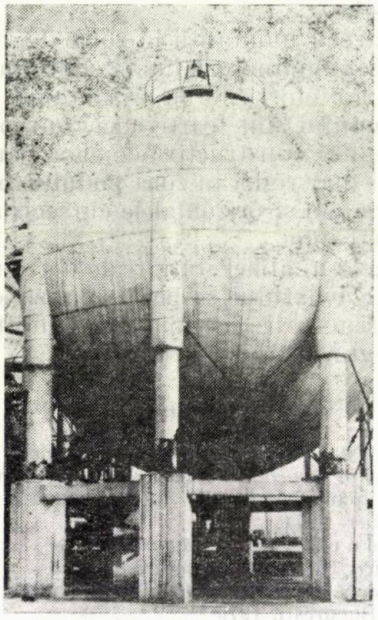


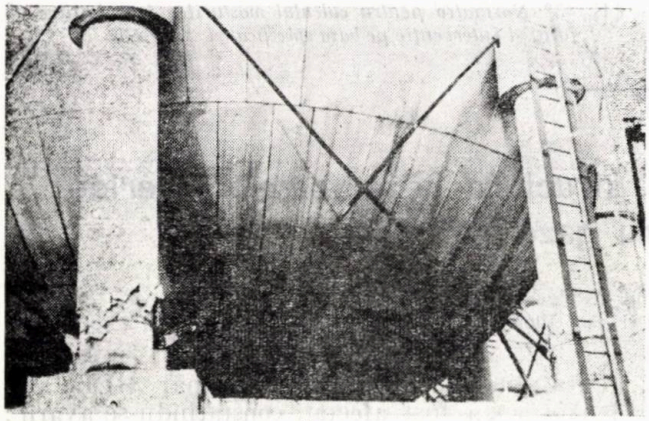
Fig. 2. Orientarea convențională a picioarelor tubulare ale rezervoarelor sferice, exemplificate în figura precedentă, față de direcția principală, preponderentă, a seismului din 4 martie 1977.

Obs. Picioarele tubulare hașurate și-au pierdut stabilitatea.

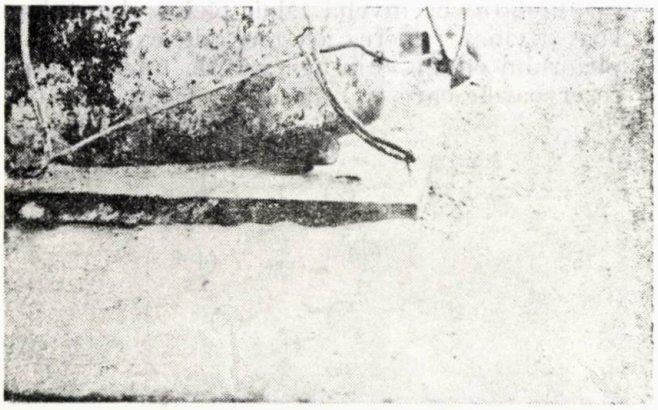
maximă, concomitent cu afectarea unor deplasări de 40...80 mm ale tălpii picioarelor respective pe fundație, orientate pe direcția principală, preponderentă, a cutremurului (fig. 3);



a)



b)



c)

Fig. 3. Cedarea șuruburilor de fundație ale rezervoarelor sferice în urma seismului din 4 martie 1977.

2) lungirea plastică și/sau ruperea tiranților solicitați la întindere, respectiv flambarea, deformarea sau ruperea tiranților solicitați la compresiune (fig. 4);

3) pierderea stabilității la patru dintre picioarele tubulare ale unui rezervor sferic care a fost surprins (de către seism) încărcat la capacitatea sa maxmă, picioarele respective fiind dispuse — față de direcția principală, preponderentă, a cutremurului — așa cum se indică haşurat în figura 2; forma după care s-a produs pierderea de stabilitate, dimensiunile corespunzătoare și zona de amplasare a acesteia sînt indicate în figura 5 pentru picioarele cu nr. 1, 2 și 7 în figura 2; în cazul piciorului cu nr. 8 (fig. 2), ale cărui șuruburi de fundație s-au rupt în timpul seismului, pierderea de stabilitate a survenit, de asemenea, însă burdușirea (guşa) respectivă a fost mai puțin pronunțată [3].

În vederea sporirii fiabilității și, deci, a securității tehnice a rezervoarelor sferice în discuție sau similare, precum și a evitării pe viitor a manifestării unor astfel de efecte, s-a elaborat un amplu program * de remediere, modernizare și perfecționare privind structura și capacitatea portantă a rezervoarelor sferice aflate fie în exploatare pe platformele petrochimice românești, fie construite în perioada următoare.

În continuare, se prezintă numai unele dintre remedierile și perfecționările necesitate de structura cîtorva rezervoare sferice de 1 000 m³, pentru etilenă lichefiată, care, în urma seismului din 4 martie 1977, au prezentat defectările (cedările) de la pct. 1 și 3. De remarcat că soluțiile tehnice corespunzătoare s-au aplicat ca atare.

Referitor la remedierea avariilor de tipul celor de la pct. 1, s-a procedat în felul următor:

a) șuruburile de fundație rupte s-au înlocuit conform unui proiect de execuție, corespunzător elaborat, care a prevăzut (fig. 6) următoarea succesiune de operații:

— înlăturarea (demolarea) locală a betonului (secț. 1—1), executată manual și cu deosebită atenție, fără a se degrada (îndoi, deforma, cresta sau tăia) armătura existentă; în eventualitatea tăierii sau deformării accidentale a unor etrieri, aceștia se dublează cu oțel Ø 10 mm, sudat la armătura veche;

— executarea prin cioplire a unei fețe înclinate în pre interiorul fundației propriu-zise (secț. 1—1 și 1′—1′);

— curățarea cu peria de sîrmă a tuturor fețelor cioplite;

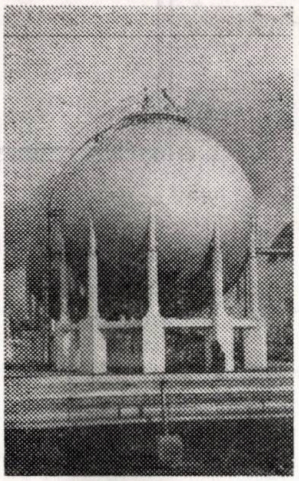
— montarea șuruburilor de fundație, strîngerea lor liberă, ușoară și cofrarea fundației la partea superioară;

---

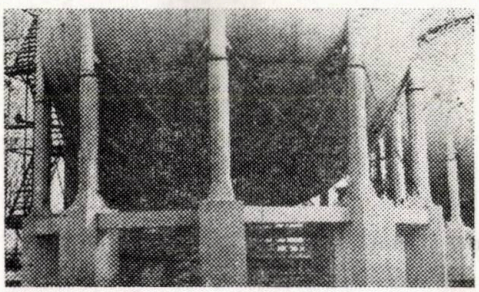
* La structurarea programului respectiv, au contribuit și următorii specialiști: ing. Al. I. Muscan și ing. B. Stamatov, de la I.I.T.P.I.C. București; ing. V. Cernat, de la I.C.S.I.T. Faur București; ing. C. Georgescu, ing. D. Popescu și ing. E. Colesnic, de la Combinatul petrochimic Pitești.

— stropirea abundentă cu apă a betonului vechi și betonarea corespunzătoare, folosind beton marca B 250 cu agregate mărunte;

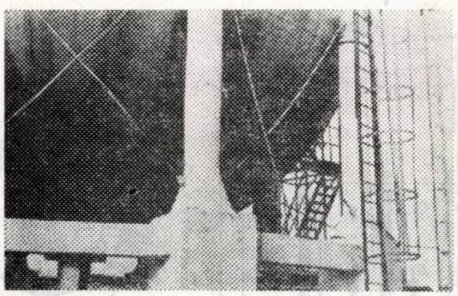
— întărirea (prizarea) betonului, decofrarea fundației și montarea a cîte două juguri metalice de consolidare (conform detaliu și secț.



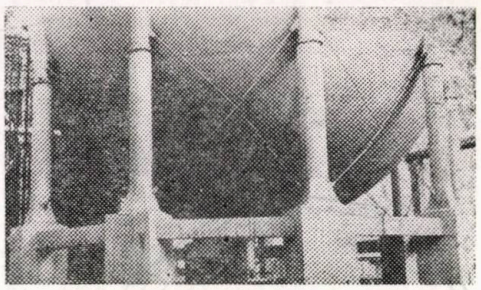
a)



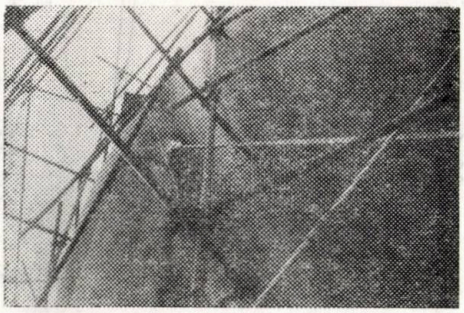
b)



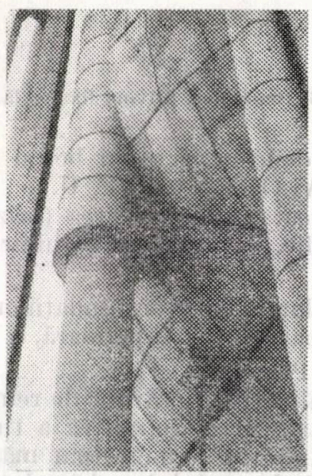
c)



d)



e)



f)

Fig. 4. Cedarea tiranților, necorespunzător pretensionați (acordați) ai rezervoarelor sferice avariate la seismul din 4 martie 1977.

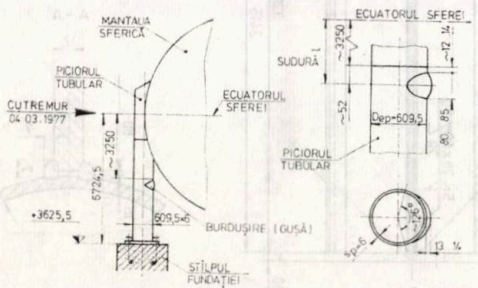


Fig. 5. Forma după care s-a produs pierderea de stabilitate a picioarelor tubulare ale unui rezervor sferic de 1 000 m³, pentru etilenă lichefiată, surprins de seismul din 4 martie 1977 încărcat la capacitatea maximă.

2—2), executate din profiluri U 10; profilurile respective se debitează la fața locului, în funcție de dimensiunile exacte ale fiecărei laturi a fundației;

— împănarea, la fiecare 150 mm, cu ajutorul unor pene metalice, a jugurilor montate, injectarea laptelui de ciment în spațiul dintre fundație și juguri și protejarea anticorosivă (prin vopsire la exterior) a jugurilor metalice;

b) șuruburile de fundație îndoite sau îngenuncheate nu s-au înlocuit, însă s-au prevăzut și s-au aplicat următoarele:

● turnarea de completare, după o tehnologie adecvată, la partea superioară a casetelor

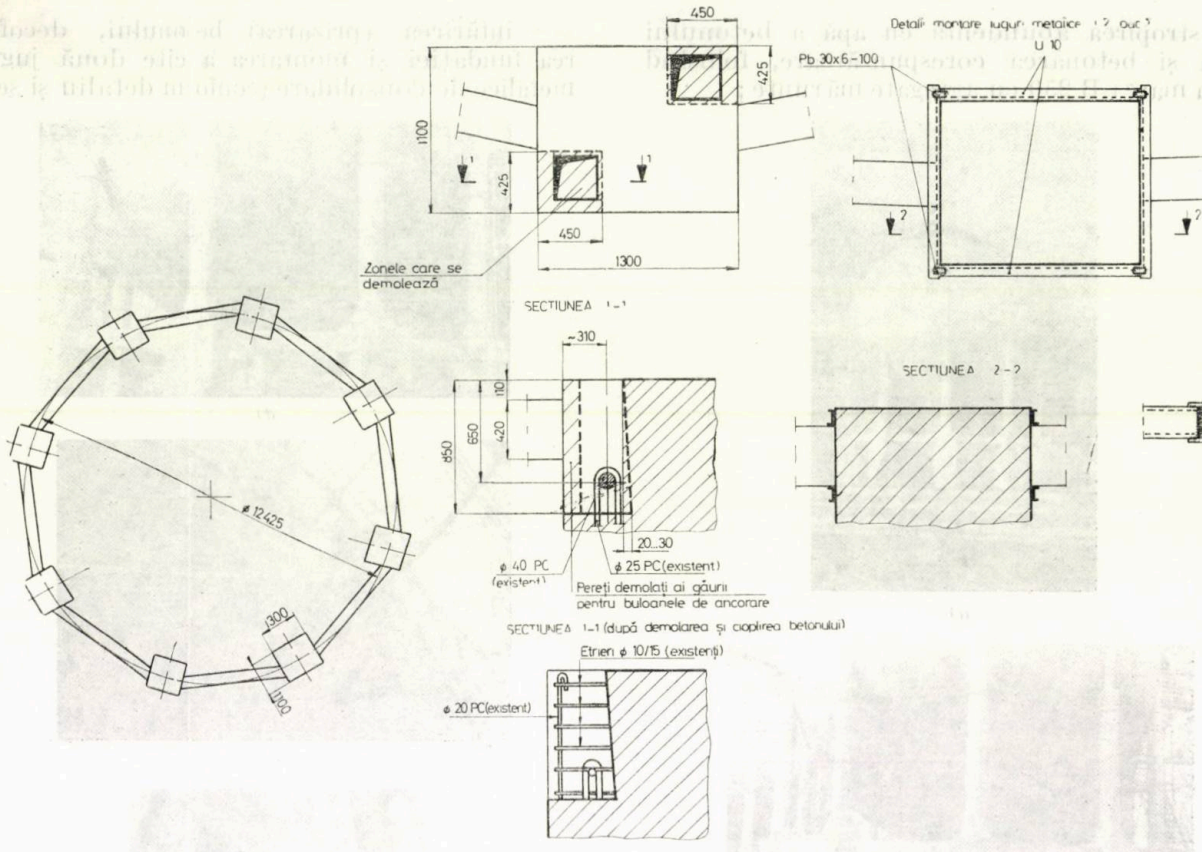


Fig. 6. Remedieri privind fixarea la fundație a rezervoarelor sferice afectate de seismul din 4 martie 1977.

cu betonul dislocat, a unui beton nou, epoxidic (de tip ALOREX–B. F. U.);

- strîngerea, după întărirea (prizarea) betonului epoxidic, a piuliţelor şuruburilor de fundaţie;
- consolidarea tuturor fundaţiilor prin practicarea, la partea lor superioară, a perechii de juguri de la pct. a (fig. 6).

După finalizarea lucrărilor de remediere enumerate şi strîngerea definitivă a tuturor şuruburilor de fundaţie, s-au efectuat măsurări topografice, privind nivelul dat al fundaţiei cu rezervoarele sferice atît goale, cît şi umplute cu apă (pentru încercarea la presiune hidraulică), marcîndu-se reperele în mod corespunzător şi durabil. Evident, în vederea unor viitoare remăsurări şi verificări, fişele cu rezultatele măsurărilor s-au anexat la cartea recipientului.

Referitor la defectările (cedările) de tipul celor de la pct. 2, în cadrul Institutului de petrol şi gaze din Ploieşti, laboratorul de exploatare, fiabilitate şi mentenanţa aparaturii tehnologice petrochimice (lab. EFMATP) a efectuat ample studii şi cercetări teoretico-experimentale care au permis [1; 2]:

— explicarea cedării tiranţilor, în principal, datorite pretensionării (acordării) lor iniţiale fie incomplete, fie necorespunzătoare;

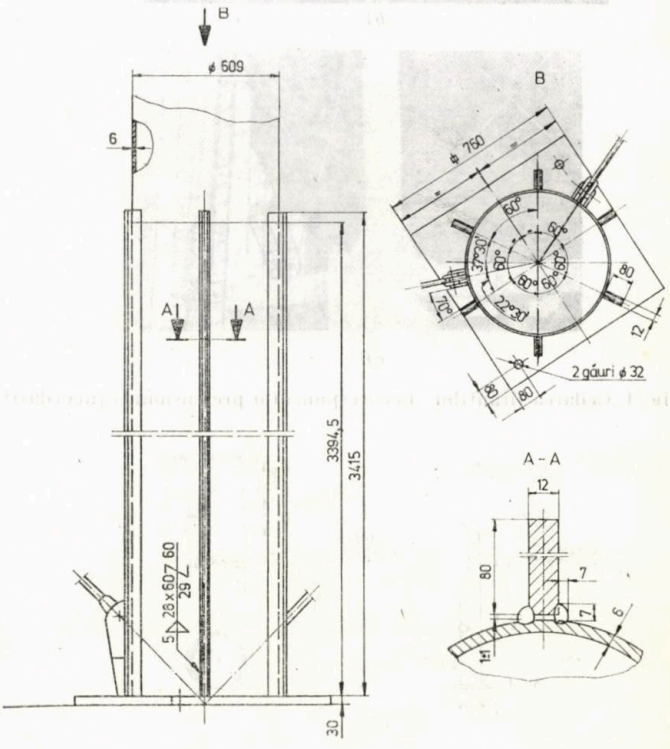


Fig. 7. Rigidizarea şi consolidarea picioarelor tubulare cu burdușire (guşă, colaps) ale rezervoarelor sferice afectate de seismul din 4 martie 1977.

— elaborarea fundamentată a metodei de evaluare a forței de pretensionare (acordare) din tiranți și a rigidității sistemului de rezemare al rezervoarelor sferice;

— studierea răspunsului dinamic și a efectelor corespunzătoare, în condițiile acțiunilor seismice, pentru structurile de tipul rezervoarelor sferice;

— elaborarea unor metode practice originale de acordare omogenă, uniformă și perfect controlată a tiranților;

— realizarea prin autodotare a aparatelor, dispozitivelor, instrumentelor și celorlalte mijloace necesare pentru executarea practică a oricăror lucrări de acordare, prin pretensionare, a tiranților rezervoarelor sferice și altor structuri asemănătoare;

— reconsiderarea soluțiilor constructive de fixare la extremități a tiranților și aceasta în favoarea articulațiilor pe bolț cu două sau trei eclise (urechi).

În legătură cu cedarea prin pierdere de stabilitate, consemnată la pct. 3, s-a procedat astfel:

— distorsiunile (gușile) apărute la unele picioare tubulare verticale, cu grosime de perete subevaluată, s-au menținut ca atare;

— toate picioarele rezervoarelor în cauză, deci și cele cu colaps, s-au rigidizat și consolidat prin nervurare longitudinală, conform unei documentații corespunzător elaborate (fig. 7) și avizate.

Nervurile longitudinale, de tipul unor platbenzi $12 \times 80 \times 3415$ mm, în număr de șase, s-au amplasat echidistant în secțiune transversală (pentru un unghi la centru de 60°) și s-au sudat, longitudinal, discontinuu și în zigzag, spațiile sudate și cele nesudate (alternate de aceeași parte) avînd lungimea de 60 mm.

Bibliografie

[1] Pavel, A. *Pretensionarea tendoanelor rezervoarelor sferice.* Studii și cercetări de mecanică aplicată, 1979, vol. 38, nr. 4 și 5, p. 537—555 și 717—730.

[2] Pavel, A. *Contribuții la rezolvarea problemei pretensionării tendoanelor rezervoarelor sferice de mare capacitate.* Revista de chimie, 1979, vol. 30, nr. 12, p. 1 256—1 259.

[3] Pavel, A. *Stabilitatea picioarelor tubulare verticale ale rezervoarelor sferice în condiții de seism.* Mine, Petrol și Gaze, 1983, vol. 34, nr. 9, p. 440—447.

Recenzie

Cartea *Utilaje de încărcare și transport minier* vine să completeze literatura tehnică minieră de specialitate, în momentul în care industriei extractive și constructoare de utilaj minier îi revin sarcini noi, de importanță deosebită, în asigurarea economiei naționale cu combustibili și materii prime minerale, așa cum rezultă din Directivele Congresului al XIII-lea al Partidului Comunist Român.

Lucrarea are un volum de 456 pagini și este împărțită în 19 capitole. În fiecare capitol este tratat un anumit gen de utilaje, prezentîndu-se construcția, calculul, probleme de alegere și de exploatare a utilajelor respective. Prezentarea este însoțită și de tabele cu caracteristici tehnice ale utilajelor ce se fabrică în țară, precum și a unor tipuri de utilaje din străinătate.

În introducerea lucrării sînt prezentate condițiile și criteriile de care trebuie ținut seama la alegerea și proiectarea utilajelor de încărcare și transport minier.

Capitolul 1 cuprinde transportoarele cu raclete blindate ripabile, destinate abatajelor cu front lung, precum și transportoarele cu raclete de primire din galeria de bază, din abataje cameră și din preabataje. De asemenea, sînt prezentate spărgătoarele de bulgări ce se montează pe transportoarele cu raclete.

În capitolul 2 sînt analizate transportoarele cu bandă pe role, folosite atît în subteran, cît și la suprafața minei și în cariere, precum și transportoare extensibile, mașini de haldat și poduri transbordoare pentru cariere, transportoare pentru înclinări mari, extractoare electromagnetice și cintare de bandă.

Transportoarele cu bandă de construcție specială (pe suporți rulanți, pe cabluri tractoare și cu bandă din plăci metalice) sînt prezentate în capitolul 3.

În capitolul 4, sînt analizate, îndeosebi, transportoarele vibrante, arătîndu-se și perspectivele folosirii acestora în subteran la minele de minereuri.

În capitolul 5 sînt prezentate elevatoarele, iar în capitolul 6 — transportoarele elicoidale.

După cum se vede, autorul tratează în capitolele 1—6 toate utilajele din categoria transportoarelor folosite în subteran, la suprafața minei, în uzinele de preparare și în cariere.

Capitolul 7 tratează instalațiile cu screper.

Într-o manieră complet nouă, sînt tratate instalațiile de transport hidraulic (în capitolul 8) și instalațiile de transport pneumatic (în capitolul 9). Metodologia de calcul folosită dă posibilitatea specialiștilor de a stabili și alege parametrii acestor instalații într-un mod mult mai complet și mai precis față de metodologiile cunoscute pînă în prezent în literatură.

În capitolul 10 se prezintă structura, construcția, calculul parametrilor, pozarea și exploatarea căii ferate, precum și legătura între liniile ferate.

În capitolul 11 sînt tratate vagonetele și vagoanele din mină și pentru cariere, precum și trenurile secționare ; de asemenea, se prezintă probleme de alegere și exploatare a vagonetelor, calculul rezistențelor la mișcare și calculul circuitelor cu deplasare liberă.

Într-un volum de 68 de pagini sînt tratate locomotivele de mină și pentru cariere, care formează obiectul capitolului 12. În afară de construcția locomotivelor (electrice, diesel și pneumatice), se prezintă calculul tracțiunii cu locomotive, alegerea felului și masei locomotivei, calculul parametrilor de proiectare ai locomotivei, precum și stabilirea și exploatarea parcului de locomotive.

Tracțiunea cu cabluri pe cale ferată este prezentată în capitolul 13.

În capitolul 14 sînt tratate utilajele din stațiile de joncțiune ale sistemelor de transport și anume : utilaje de manevră (trolii de manevră, împingătoare, compensatoare de nivel, regulatoare de viteză, frîne și opritoare de cale), încărcare, utilaje de transport prin greutate proprie, de încărcare în stații și de culbutare.

Într-un mod cu totul nou, este prezentat, în capitolul 15 transportul auto în subteran și în cariere. În afară de căile de transport, de utilajul folosit și de calculul transportului auto, se tratează alegerea, corelarea cu utilajul de încărcare și exploatarea autovehiculelor, precum și transportul auto combinat cu alte sisteme de transport în cariere.

În capitolul 16 sînt prezentate utilaje miniere de încărcare și anume : mașinile de încărcat, utilajele de primire și evacuare a materialului încărcat și graiferele pentru săparea puțurilor.

Mașinile combinate, de încărcat și transportat (mașini de încărcat cu siloz) sînt tratate într-un capitol separat (capitolul 17).

În capitolul 18 se tratează transportul materialelor și personalului pe cale ferată, pe cabluri, pe monorai (cu tractare cu cablu sau cu locomotivă suspendată) pe șine speciale montate pe vatră și pe transportoare cu bandă (pentru personal).

Mecanizarea pe platformele de primire de la suprafața minei, în stațiile de silozuri și de expediție, în depozite și halde este tratată în capitolul 19.

În ultimul capitol al cărții sînt tratate telefericele (instalații de funicular).

Această carte este destinată studenților institutului de mine, precum și specialiștilor de la unitățile miniere, din întreprinderile constructoare și de reparații de utilaj minier, din cercetare și din proiectare.

Reperele de mai sus, privind conținutul prezentei lucrări, au punctat doar esența lucrării, fără a putea epuiza, în întregime, complexa problematică tratată de autor.

Prof. dr. ing. **A. Magyari**

Informare

În cadrul manifestărilor tehnico-științifice, în zilele de 7 și 8 decembrie 1984 a avut loc la Institutul de cercetări, inginerie tehnologică și proiectări miniere pentru lignit Craiova un simpozion cu tema **Exploatarea stratelor de lignit și huilă cu grosimi reduse și mari din România**, la care au participat circa 150 de specialiști din cadrul institutului-gazdă, al Ministerului Minelor, Ministerului Geologiei, Ministerului Metalurgiei, Institutului de Mine din Petroșani, Centralei de cercetări și inginerie tehnologică pentru utilaj minier etc.

În cadrul simpozionului s-au susținut circa 30 de referate științifice, lucrări elaborate la un înalt nivel tehnico-științific, care au adus o contribuție deosebită la cunoașterea de către participanți a zăcămintelor de lignit din țara noastră.

Desfășurarea lucrărilor, precum și discuțiile purtate pe marginea referatelor, au evidențiat numeroasele probleme tehnice cu care se confruntă exploatarea lignitului din țara noastră, probleme care pot constitui măsuri primordiale de rezolvat în cadrul ramurii lignitului. Dintre acestea enumerăm.

1. În planul de cercetări să fie introduse teme care să vizeze :
— experimentarea exploatării stratelor de grosime mică în condiții hidrogeologice grele ;
— problema apelor carbo-gazoase la exploatarea stratelor groase de lignit ;
— tehnologii și utilaje neconvenționale pentru exploatarea lignitului ;
— soluții de impermeabilizare a lucrărilor miniere verticale și orizontale care traversează stratele acvifere ;
— introducerea „laserului" în vederea dirijării direcției lucrărilor miniere de deschidere și pregătire ;
— cercetări fundamentale privind lungimea și lățimea panourilor de abataj, în concordanță cu diversitatea condițiilor geo-miniere ;
— stabilirea, cu grad ridicat de certitudine, a diversificării condițiilor de zăcămînt (ușoare, medii, grele), în vederea alegerii adecvate a tipurilor de complexe mecanizate de abataj ;
— diversificarea gamei de complexe de abataj ;
— abordarea unor teme de cercetare privind introducerea robotizării la executarea operațiilor miniere ;

2. Să se studieze modul de manifestare a presiunii miniere atît prin modelare fizică, cît și prin măsurători directe în situ.

3. Îmbunătățirea tipurilor de susținere la minele de lignit prin diferite procedee.

4. Este necesară proiectarea, realizarea și experimentarea etapizată a complexelor, în concordanță cu diversitatea bine conturată a condițiilor de zăcămînt.

5. Realizarea unor complexe de abataj pentru înălțimi minime de 1,4 m și mai mari de 3,5 m.

6. Realizarea de complexe cu portanță mare și presiune specifică mică pe vatră.

7. Reducerea numărului de tipodimensiuni la complexele de abataj în cadrul gamelor de înălțimi și condiții de zăcămînt.

8. Diversificarea gamei de combine de abataj în ceea ce privește înălțimea de lucru și debitul extras pentru a fi în concordanță cu complexele mecanizate.

9. Realizarea unor transportoare cu viteze de transport și debite în corelație cu cele ale combinei.

10. Integrarea etapizată a fabricării în țară a furtunurilor hidraulice cu calități corespunzătoare.

11. Realizarea în cadrul unităților miniere a unor ateliere specializate pentru revizia și reparația tuturor complexelor de abataj.

12. Asigurarea unui stoc de piese de schimb și subansamble pentru cel puțin doi ani.

13. Asigurarea pieselor de schimb și uzură pentru o regenerare continuă a stocurilor.

Pe parcursul desfășurării lucrărilor simpozionului s-au dezbătut soluțiile tehnice actuale de exploatare și îmbunătățire a acestora, progresul tehnic realizat pînă în prezent, precum și perspectivele dezvoltării industriei carbonifere din țara noastră, în lumina sarcinilor trasate de Cel de-al XIII-lea Congres al P.C.R.

A fost subliniată necesitatea intensificării acțiunilor menite să contribuie la valorificarea zăcămintelor de lignit cu grosimi de 1,4—3,5 m, în vederea asigurării economiei naționale cu materii prime necesare.

E.V.

MINISTERUL PETROLULUI

CENTRUL DE CALCUL ŞI LUCRĂRI AUXILIARE

BUCUREŞTI, str. Biserica Amzei 23
sector 1, telefon 59 70 60

Realizează pentru beneficiarii din ramura extractivă o gamă variată de lucrări, prin:

ACTIVITATEA DE INFORMATICA

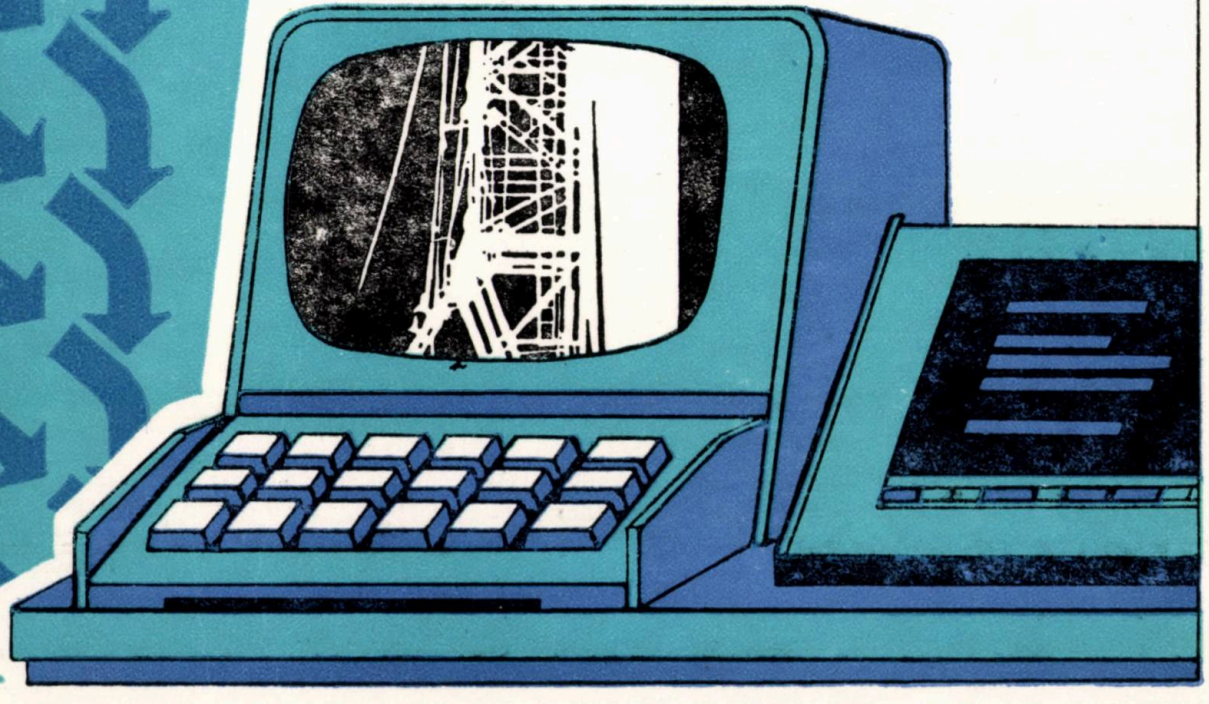
• cercetare, proiectare şi implementare sisteme informatice • elaborare pachete de programe pentru studii, optimizări, prognoze şi calcule inginereşti • proiectare asistată de calculator a capacităţilor de producţie • exploatare curentă de sisteme de prelucrare automată a datelor • asistenţă tehnică.

ACTIVITATEA DE INDUSTRIE

• prin secţia confecţii piese de schimb din cauciuc realizează garnituri de etanşare pentru: instalaţii de foraj, instalaţii de extracţie ţiţei şi gaz metan, agregate de cimentare, complexe mecanizate de abataj, precum şi alte repere din cauciuc şi pînză cauciucată.

LUCRARI AUXILIARE

• machete pentru obiective de investiţii, tehnologii de exploatare şi preparare • lucrări de editare, tipărire şi legătorie.



MINISTERUL MINELOR

INSTITUTUL DE CERCETARI INGINERIE TEHNOLOGICA SI PROIECTARI PENTRU MINEREURI NEFEROASE BAIA MARE

ICPMN

EXECUTĂ ŞI OFERĂ BENEFICIARILOR INTERNI ŞI EXTERNI:

Lucrări de cercetare şi documentaţii tehnico-economice de proiectare în domeniul extracţiei şi prelucrării zăcămintelor de minereuri neferoase şi auro-argentifere pentru:

• sisteme şi metode de exploatare, săpare, susţinere, perforare şi împuşcare a lucrărilor miniere, inclusiv studii de mecanica rocilor şi dirijarea presiunilor miniere • stabilirea gradului de prăfuire şi combaterea prafului, de microclimat în subteran şi uzine de preparare, inclusiv studii de medicină minieră pentru prevenirea şi combaterea îmbolnăvirii profesionale • tehnologii de preparare a substanţelor minerale utile şi de prelucrare prin procedee neconvenţionale a minereurilor şi produselor polimetalice sărace sau reziduale în condiţii de laborator, micropilot, pilot, semiindustrial şi industrial • sinteze şi experimentări de noi reactivi pentru prelucrare prin flotaţie şi procedee neconvenţionale a substanţelor minerale utile • documentaţii pentru utilaje, mecanizare şi automatizare a proceselor tehnologice din subteran şi uzine de preparare • protecţia mediului înconjurător, depoluarea apelor de mină şi reziduale de la uzinele de preparare • analize economice, optimizări ale proceselor de producţie, organizarea ştiinţifică a producţiei şi a muncii, ergonomie şi psihosociologia muncii, prognoze ale dezvoltării ştiinţei şi tehnicii în domeniul extracţiei şi prelucrării minereurilor neferoase • documentaţii tehnico-economice de investiţii pentru obiective miniere şi de preparare.

1985 MAR 15

ACORDĂ ASISTENŢĂ TEHNICĂ pentru îmbunătăţirea fluxurilor tehnologice, modernizarea instalaţiilor în subteran şi uzine de preparare, valorificarea în producţie a cercetărilor încheiate şi la punerea în funcţiune a obiectivelor economice proiectate în cadrul institutului.

MAI EXECUTĂ ŞI OFERĂ:

• analize chimice şi fizice prin metode spectrale, fotometrice ş.a., analize şi studii mineralogice, analize de uleiuri şi reactivi • lucrări cu izotopi radioactivi • prototipuri de mică serie şi unicate ale unor utilaje şi aparate pentru minerit şi preparare.

BAIA MARE, str. dr. Victor Babeş nr. 62
Telefon: 30412, 31171, 30818, cod 775174
Jud. Maramureş, ROMÂNIA

E 1445

MINE PETROL GAZE

BUCUREŞTI — ROMÂNIA • Vol. 36, martie 1985

3

MINISTERUL MINELOR

CENTRALA MINEREURILOR DEVA

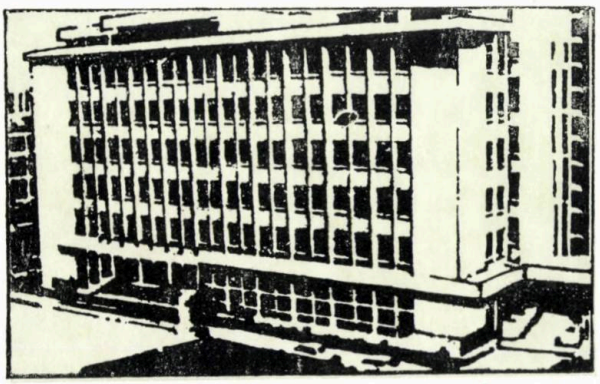
INSTITUTUL DE CERCETARI SI INGINERIE TEHNOLOGICA SI DE PROIECTARE A LUCRARILOR DE CONSTRUCTII SI INSTALATII PENTRU MINEREURI DEVA

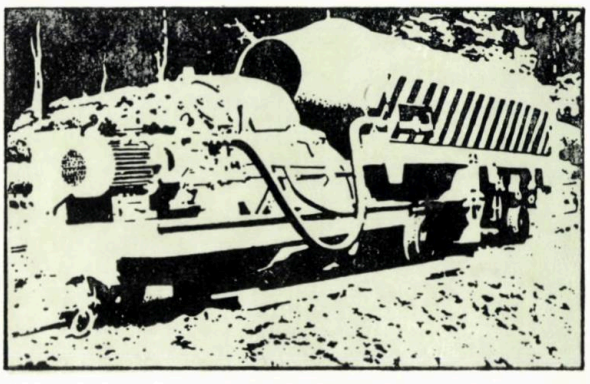
EFECTUEAZA LUCRARI DE CERCETARE SI PROIECTARE IN URMATOARELE DOMENII :

• extracţia şi prepararea minereurilor feroase, neferoase şi auro-argentifere • mecanizarea şi automatizarea operaţiilor miniere (subteran şi suprafaţă) şi în uzinele de preparare • proiectarea, construirea prototipurilor şi experimentarea de utilaje şi aparate noi, instalaţii de automatizare etc. pentru unităţi miniere şi de preparare • valorificarea elementelor utile conţinute în resurse secundare: sterile de haldă, iazuri de decantare, zguri metalurgice, ape de mină şi de la instalaţii industriale.

OFERA BENEFICIARILOR DIN TARA SI STRAINATATE :

• tehnologii de exploatare a zăcămintelor de substanţe minerale utile feroase, neferoase şi auro-argentifere • cercetări in fază laborator, pilot şi semiindustrială pentru prepararea minereurilor feroase, neferoase, auro-argentifere şi resurse secundare prin tehnologii moderne, inclusiv neconvenţionale • documentaţii de execuţie pentru instalaţii de preparare a minereurilor feroase, neferoase şi auro-argentifere la obiective noi sau pentru modernizarea fluxurilor tehnologice la instalaţiile existente • analize chimice, spectrale, raţionale şi analize fizice speciale • determinarea caracteristicilor fizico-mecanice ale rocilor şi solurilor • studii şi lucrări geotehnice, de geodezie-cartografie, amplasarea obiectivelor miniere la suprafaţă şi în subteran • studii şi lucrări speciale de excavare cu explozivi, inclusiv determinarea influenţei lucrărilor cu explozivi asupra rocilor înconjurătoare şi a construcţiilor • stabilirea condiţiilor pentru fundaţii la construcţii de diverse tipuri • determinarea stabilităţii depozitelor de produse miniere, roci, materiale de construcţii etc. • ridicări topografice şi întocmiri de planuri şi hărţi de lucru • studii economice, marketing, studii de fezabilitate în ansamblu pe obiective mari sau separat, pe secţiuni de fabricaţie • proiecte pentru instalaţii de transport cu benzi funiculare, linii ferate înguste cu tracţiune electrică sau diesel etc. • studii de cercetare şi documentaţii de execuţie pentru epurarea apelor reziduale, inclusiv recircuitarea acestora în procesele tehnologice • studii şi proiecte de optimizare a producţiei şi conducerea automată a proceselor asistată de calculatoare • construcţia prototipurilor şi a modelelor, inclusiv serie mică (unicat) pentru aparate şi utilaje miniere şi de preparare noi • asistenţă tehnică prin specialişti cu experienţă în exploatarea minereurilor, preparare, construcţii miniere în subteran şi la suprafaţă, geologie inginerească, topografie etc. • traduceri din limbile franceză, rusă, engleză, cehă şi italiană.





Str. 23 August nr. 37A, jud. Hunedoara, cod 2700

ICITPLCIM

MINE, PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR ŞI MINISTERULUI PETROLULUI

ANUL XXXVI

NR. 3 1985

CUPRINS

Gâf-Deac, I. **Posibilităţi de echipare a complexelor mecanizate de abataj concomitent cu executarea lucrărilor miniere de conturare a panourilor noi în exploatare** . . 110

Zamfir, V. **Un nou procedeu şi instalaţie pentru deschiderea şi închiderea automată alternativă a uşilor podurilor de siguranţă de la puţurile de mină în săpare** . . 117

Petrescu, G., Păsărin, C., Plăvicheanu, D., Ilincioiu, D. **Efecte locale de solicitare a profilelor metalice utilizate la armarea galeriilor circulare** 123

Barbu, E., Lixandru, I., Zamfir, A. **Dispecer central pentru culegerea şi prelucrarea datelor privind funcţionarea excavatoarelor din cariere** 126

Apostol, A., Szasz, M. **Aspecte privind valorificarea în perspectivă a zăcămîntului de molibden şi magnetit de la Jolotea** 128

Gurău, A., Gireadă, V., Leontescu, Fl., Chirică, V. **Zonalitatea regională litostratigrafică a mineralizaţiilor metalifere din metamorfitele seriei de Leaota** . . . 133

Kalmár, I. **Analizele spectrale în cercetarea geologică** . . 135

Gheorghiţoiu, M. **Unele aspecte ale cercetării mineralogice pentru un zăcămînt din vestul Banatului** 140

Posea, N., Pupăzescu, Al. **Metodă de calcul a tensiunilor şi deformaţiilor la rotorii convertizoarelor hidraulice de cuplu—CHC** 144

Popa, V. M. **Combaterea fisurării unor oţeluri de prăjină în fluide de foraj** 152

Informaţii 155

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. **VASILE SCRIPĂŢ**, preşedinte; dr. ing. **GHEORGHE ALDEA**; ing. **ŞTEFAN BENEA**; dr. geol. **IOSIF BERCIA**; ing. **TEODOR BORU**; dr. ing. **GHEORGHE DONŢOV DANU**; dr. ing. **IANCU GEANGĂLĂ**; dr. ing. **FLOREA NEAGU**; ing. **NICOLAE PANTILIE**; **ELENA VRĂNCEANU**, redactor.

REZUMATE

C.Z. 622.232.7 : 622.273.15 : 65.011.54 : 622.332

Gâf-Deac, I. *Posibilităţi de echipare a complexelor mecanizate de abataj concomitent cu executarea lucrărilor miniere de conturare a panourilor noi în exploatare*

Se descrie un procedeu nou, original, de echipare a unui complex mecanizat, concomitent cu executarea galeriei de cap a panoului, aplicat cu succes la mina Lupeni. De asemenea, se încearcă o clasificare a tehnicilor noi, neconvenţionale, privind echiparea complexelor de abataj, în devans faţă de terminarea conturării cu lucrări miniere a viitoarelor panouri sau felii supuse exploatării.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 3, 1985

C.Z. 622.251 : 621.86 078.3 : 622.67

Zamfir, V. *Un nou procedeu şi instalaţie pentru deschiderea şi închiderea automată alternativă a uşilor podurilor de siguranţă de la puţurile de mină în săpare*

Se prezintă un procedeu şi o instalaţie, de concepţie nouă, destinate deschiderii şi închiderii automate alternative a uşilor podurilor de siguranţă de la puţurile de mină în săpare, folosind ca sistem de acţionare sania pentru ghidarea chiblei. Se descriu instalaţia şi părţile ei componente, funcţionarea şi avantajele folosirii acesteia.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 3, 1985

C.Z. 622.261 : 622.281.5

Petrescu, G. ş.a. *Efecte locale de solicitare a profilelor metalice utilizate la armarea galeriilor circulare*

În condiţiile normale de exploatare se constată unele aspecte legate de solicitările ce apar în legăturile cu bride ale profilelor circulare. Autorii analizează şi propun soluţii pentru evitarea producerii de tensiuni excesive.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 3, 1985

C.Z. 621.879 : 622.271.3 : 621.398

Barbu, E., Lixandru, I., Zamfir, A. *Dispecer central pentru culegerea şi prelucrarea datelor privind funcţionalitatea excavatoarelor din Oltenia*

În vederea informării permanente asupra stării de funcţionare a utilajelor din cariere, se prezintă „Sistemul de telesupraveghere prin radio a excavatoarelor de cărbune", sistem elaborat de autori în baza unui contact cu conducerea Combinatului minier Rovinari.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 3, 1985

C.Z. 622.346.2 : 622.341.11 : 65.012.23

Apostol, A., Szasz, M. *Aspecte privind valorificarea în perspectivă a zăcămîntului de molibden şi magnetit de la Jolotea*

În vederea punerii în valoare a noi zăcăminte de substanţe minerale utile pentru lărgirea bazei proprii de materii prime, autorii prezintă geologia şi încercările de preparare efectuate pe zăcămîntul de molibdenit cu pămînturi rare şi zăcămîntul de magnetit vanadifer cu apatit situat în nord-vestul masivului alcalin de la Ditrău.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 3, 1985

C.Z. 551.7 : 552.4 : 622.361.3

Gurău, A. ş.a. *Zonalitatea regională litostratigrafică a mineralizaţiilor metalifere din metamorfitele seriei de Leaota*

Autorii prezintă zonalitatea mineralogică şi geochimică litostratigrafică pe verticală astfel: formaţiunea cuarţo-feldspatică de Voineşti, formaţiunea vulcanogen-sedimentară, metaspilit-keratofirică de Lereşti-Tămaş, formaţiunea şisturilor cloritoase şi a metatufurilor de Căluşu.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 3, 1985

C.Z. 550.8 : 621.38 : 65.012.23

Kalmár, I. *Analizele spectrale în cercetarea geologică*

Analizele spectrale — determinări de concentraţii de elemente prin intermediul măsurătorilor efectuate pe linii de emisie caracteristice acestora sau unor linii de absorbţie în domeniul luminii vizibile — prelucrate statistic oferă bază de plecare pentru un calcul de bilanţ, deosebit de sugestiv în studii de macroprognoză şi metalogeneză regională.

Mine, Petrol şi Gaze vol. 36, nr. 3, 1985

C.Z. 549 : 622.121

Gheorghiţoiu, M. *Unele aspecte ale cercetării mineralogice pentru un zăcămînt din vestul Banatului*

Sînt prezentate rezultatele obţinute în urma efectuării analizei mineralogice prin difracţia razelor X pe probe brute şi pe fracţia coloidală din carotele prelevate dintr-un zăcămînt în vederea estimării posibilităţii de apariţie a blocajului la deschiderea stratului productiv prin foraj.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 3, 1985

C.Z. 621 : 314 : 621.2

Posea, N., Pupăzescu, Al. *Metodă de calcul a tensiunilor şi deformaţiilor la rotorii convertizoarelor hidraulice de cuplu — CHC*

Se prezintă un procedeu analitic de determinare a stării de tensiuni şi deformaţii în pereţii rotoarelor convertizoarelor hidraulice de cuplu, care constituie învelişuri toroidale în mişcare de rotaţie. Prin această metodă, bazată pe teoria de momente a învelişurilor subţiri, s-au obţinut soluţii analitice corespunzătoare pentru tensiunile şi deformaţiile din mişcarea de rotaţie şi cuplul de torsiune.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 3, 1985

Popa, V. M. *Combaterea fisurării unor oţeluri de prăjină în fluide de foraj*

CONTENTS

C.Z. 622.232.7 : 622.273.15 : 65.011.54 : 522.332

Gâf-Deac, I. *Possibilities of equipping the powered longwall installations with the simultaneous contouring workings of new mining panels*
A novel technique is presented for equipping a powered longwall installation simultaneously with the driving of the panel gate-ends, which was successfully applied at the Lupeni mine. Also, a classification of the new, non-conventional techniques is attempted with reference to the equipping of the longwall installations before completing the contour workings for the panels and slices to be subsequently mined.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 36, nr. 3, 1985

C.Z. 622.251 : 621.86 078.1 : 622.67

Zamfir, V. *A new method and device for the automatic alternative opening and closing of the safety platform doors of a sinking mine shaft*
A new method and a newly developed device are presented for the automatic alternative opening and closing of the safety platform doors of a sinking mine shaft, using as driving system the kibble guiding sledge. The device, its components, operation and the advantages of its employment are described.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 36, nr. 3, 1985

C.Z. 622.261 : 622.281.5

Petrescu, G. et al. *Local strain effects on the steel profiles used for arch roadway lining*
In normal mining conditions certain aspects related to the strain in the butt strap joints of the steel rings are pointed out. The authors examine and suggest solutions in order to prevent the building up of excess tensions.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 36, nr. 3, 1985

C.Z. 621.879 : 622.271.3 : 621.398

Barbu, E., Lixandru, I., Zamfir, A. *Central monitoring station for the collection and processing of data concerning the bucket wheel excavator functionality in the basin of Oltenia*
In order to provide permanent information on the availability of the open pit equipments the authors present „A system of remote radio monitoring system of the coal excavators" worked out under contract from the Mining Complex Rovinari.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 36, nr. 3, 1985

C.Z. 622.346.2 : 622.341.11 : 65.012.23

Apostol, A., Szasz, M. *Aspects regarding the outlook of the molybdenum and magnetite ore deposit from Jolotca*
In order to evaluate the possibilities of turning to account new deposits of useful minerals and to enlarge the raw material basis the authors present the geology and the preparation tests effected on a deposit of molybdenite and rare earths and on a deposit of vanadium containing magnetite and apatite deposit located in the north-west of the alcaline massif of Ditrău.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 36, nr. 3, 1985

C.Z. 551.7 : 552.4 : 622.361.3

Gurău, A. et al. *The lithostratigrafic regional zonality of the metallic mineralization of the metamorphite series of Leaota*
The authors present the mineralogical and the vertical lithostratigrafical geochemical zonality as follows : the quartz-feldspatic formation of Voinești, the vulcanogene-sedimentary, metaspilite-keratophyric formation of Lerești-Tămaș, the chlorite slate and metatuffic formation of Călușu.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 36, nr. 3, 1985

C.Z. 550.8 : 621.38 : 65.012.23

Kalmár, I. *Spectral analysis in the geological investigation*
The spectral analyses- element concentration determinations by means of measurements effected on emmission lines specific to these or on certain absorbtion lines in the range of the visible light- statistically processed, offer a starting basis for a balance calculation, particularly suggestive in studies of regional macroprognose and metallogenesis.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 36, nr. 3, 1985

C.Z. 549 : 622.121

Gheorghițoiu, M. *Some aspects of the mineralogic investigation in a deposit from western Banat*
The author presents the results obtained following the mineralogic analysis by means of X-ray diffraction on raw samples and on the colloidal fraction of the core samples taken from a deposit in order to estimate the possibility of the blockage occurence when opening a paybed by drilling.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 36, nr. 3, 1985

C.Z. 621 : 314 : 621.2

Posea, N., Pupăzescu, Al. *Calculation method for the tensions and the deformations of the hydraulic torque converter rotors*
An analytic procedure for determining the tension and deformation status in the walls of the hydraulic torque converters which represent a toroidal coating in rotation movement is presented. By means of this method, based upon the theory of the thin coating torques, corresponding analytical solutions were obtained for the tensions and the deformations caused by the rotation movement and the torque.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 36, nr. 3, 1985

СОДЕРЖАНИЕ

C.Z. 622.232.7 : 622.273.15 : 65.011.54 :622.332

Гыф-Деак, И. *Возможности монтажа очистных механизированных комплексов одновременно с проведением горных выработок, оконтуривающих новые выемочные панели*

Описывается новый, оригинальный способ монтажа очистного механизированного комплекса, одновременно с проведением вентиляционного штрека панели, который был успешно применен на Горношахтном предприятии Лупень. Автор пытается также дать классификацию новых, нетрадиционных технических решений монтажа очистных механизированных комплексов с опережением окончания работ оконтуривания горными выработками вынимаемых в будущем панелей или слоев.

Ключевые слова: очистной забой, уголь, механизированный комплекс, монтаж, новый способ.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 3, 1985

C.Z. 622.251 : 621.86.078.3 : 622.67

Замфир, В. *Новый способ и установка автоматическо о поочерёдного открытия и закрытия ляд предохранительных полков при проходке вертикальных стволов*

Представлены способ и установка в новой концепции для автоматического поочерёдного открытия и закрытия ляд предохранительных полков при проходке вертикальных стволов, применив в качестве приводной системы салазки, направляющие движение бадьи. Описываются установка и её составные части, принцип действия и преимущества её применения.

Ключевые слова: вертикальный ствол, проходка, предохранительные полки, ляды, автоматические открытие и закрытие.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 3, 1985

C.Z. 622.261 : 622.281.5

Петреску, Г. и др. *Местные нагрузки, действующие на металлические профили, применяемые для крепления горных выработок круглого сечения*

В нормальных условиях эксплуатации констатируются некоторые аспекты, связанные с нагрузками, созданными в местах соединения хомутами металлических профилей для крепи круглого сечения. Авторы рассматривают и предлагают решения в целях избежения возникновения чрезвычайно больших напряжений.

Ключевые слова: горные выработки, круглое сечение, крепь, металлические профили, соединение элементов, хомут, нагрузки.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 3, 1985

C.Z. 621.879 :622.271.3 : 621.398

Барбу, Е., Ликсандру, И., Замфир, А. *Централизированная диспетчеризация для сбора и обработки данных о работе экскаваторов в лигнитном бассейне Олтения*

В целях получения непрерывных информаций о работе карьерного оборудования представлена „Система теленадзора по радио работы угольных экскаваторов", которая была разработана авторами на основе контракта, заключённого с Горным комбинатом Ровинарь.

Ключевые слова: лигнитный комбинат, централизованная диспетчеризация, работа карьерного оборудования.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 3, 1985

C.Z. 622.346.2 :622.341.11 :65.012.23

Апостол, А., Сас, М. *Аспекты освоения месторождения магнетито-молибденовых руд Жолотка*

В целях использования новых месторождений полезных ископаемых для расширения отечественной сырьевой базы, авторы представляют геологию и проведенные исследования обогащения молибденитовых руд с содержанием редкоземельных элементов и ванадий — магнетитовых руд с содержанием апатита месторождений, залегающих в СЗ части массива Дитрэу.

Ключевые слова: месторождение, освоение руды, магнетит, молибден, ванадий, редкоземельные элементы, апатит.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 3, 1985

C.Z. 551.7 : 552.4 :622.361.3

Гурэу, А. и др. *Региональная литостратиграфическая зональность металлоносного оруденения метаморфических пород серии Леаота*

Авторы представляют литостратиграфическую минералогическую и геохимическую, по вертикали, зональность, а именно: формацию кварца и полевого шпата Войнешть, эруптивно-осадочную и метаспилит-кератофировую формацию Лерешть — Тэмаш, хлористо-сланцевую и метатуфовую формацию Кэлушу.

Ключевые слова: зональность региональная, метаморфические породы, серия Леаота.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 3, 1985

C.Z. 550.8 : 621.38 :65.012.23

Калмар, И. *Спектральные анализы, применяемые в геологических исследованиях*

Спектральные анализы — определения содержаний элементов с помощью измерений характерных изучений ими абсорбционных линий в зоне видимого света — статически обработанные создают основу начала очень обоснованного расчёта баланса в рамках работ связанных с региональным макропрогнозом и металлогенезисом.

Ключевые слова: спектральные анализы, геологические исследования, содержания элементов.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 3, 1985

C.Z. 549 :622.121

Георгицою, М. *Некоторые аспекты минералогических исследований месторождения западной части Баната*

Представлены результаты минералогического анализа с помощью дифракции лучами *X* на необработанных пробах и на колоидальной фракции кернов, взятых из данного месторождения в целях оценки возможностей появления блокирования при вскрытии продуктивного пласта буровыми работами.

Ключевые слова: месторождение, минералогические исследования, дифракция *x*-изучений, блокирование, продуктивный пласт.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 3, 1985

C Z. 622.314 :621.2

Посеа, Н., Пупэзеску, Ал. *Метод расчета напряжений и деформаций роторов гидравлических конвертеров пары ГКП*

Представлен аналитический способ определения напряжённого состояния и деформаций в стенах роторов гидравлических конвертеров пары, являющихся тороидальными оболочками в вращении. Этим методом, основанным на теорию моментов тонких оболочек, были получены аналитические решения, соответствующие напряжениям и деформациям вращения и паре кручения.

Ключевые слова: гидравлические конверторы, ротор, напряжения, деформации, определение, аналитический способ.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 3, 1985

SOMMAIRE

C.Z. 622.232.7 : 622.273.15 : 65.011.54 : 622.332

Gâf-Deac, I. *Possibilités d'équipement des complèxes mécanisés d'abattage, simultanément avec l'exécution des travaux miniers de délimitation des panneaux nouveaux, en train d'être exploités*

On décrit un processus nouveau, original, d'équipement d'un complèxe mécanisé simultanément avec les fonçage de la galérie de tête du panneau, appliqué avec beaucoup de succès à la mine de Lupeni. On essaie aussi de faire une classification des techniques nouvelles, non-conventionelles, regardant l'équipement des complèxes d'abattage, avant de finir la délimitation des futurs panneaux ou tranches soumises à l'éxploitation, à l'aide des travaux miniers.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 3, 1985

C.Z. 622.251 : 621.88 078.3 : 622.67

Zamfir, V. *Un nouveau processus et installation pour l'ouverture et la fermeture automatique alternative des portes des planchers de protection des puits de mine en forage*

On présente un processus et une installation de conecption nouvelle, destinés à l'ouverture et à la fermęture automatique alternative des portes des planchers de protection des puits de mine en forage, en utilisant comme système d'entraînement le traîneau pour le guidage de la benne. On décrit l'installation et ses parties composantes, ainsi que le fonctionnement et les avantages de l'utilisation de celle-ci.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 3, 1985

C.Z. 622.261 : 622.281.5

Petrescu, G. *Les effects locaux de solicitation des profils métalliques utilisés pour l'armement des galéries circulaires*

Dans des conditions d'exploitation normales on constate quelques aspects liés aux solicitations qui apparaissent dans les liasons aux brides des profils circulaires. Les auteurs analysent et proposent des solutions pour éviter l'apparition des tensions excessives.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 3, 1985

C.Z. 621.879 : 622.271.3 : 621.398

Barbu, E., Lixandru, I., Zamfir, A. *Dispatcher central pour recueillir et analyser les donnés regardant le fonctionnement des excavateurs de Oltenia*

En vue de l'information permanente sur l'état de fonctionnement des outillages pour les carrières, on présentent „Le système de surveillance à distance par radio des excavateurs pour charbon", système élaboré par les auteurs conformément à un contrat conclu avec la direction du Combinat minier de Rovinari.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 3, 1985

C.Z. 622.346.2 : 622.341.11 : 65.012.23

Apostol, A., Szász, M. *Quelques aspects regardant la valorisation en perspective du gisement de molybdène et de magnétite de Jolotca*

En vue de la mise en valeur des nouveaux gisements de substances minérales utiles pour élargir la base propre de matières premières, les auteurs présentent la géologie et les essais de préparation effectués sur le gisement de molybdène aux terres rares et sur le gisement de magnétite vanadifère à l'apatite situé aux nord-ouest du massif alcalin de Ditrău.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 3, 1985

C.Z. 551.7 : 552.4 : 622.361.3

Gurău, A. et al. *La zonalité régionale lithostratigraphique de la minéralisation métallifère des métamorphites de la série de Leaota*

Les auteurs présentent la zonalité minéralogique et géochimique lithostratigraphique sur verticale de la manière suivante : la formation quartz-feldspathique de Voineşti, la formation vulcanogène-sédimentaire, métaspilithe-kératophirique de Lereşti—Tămaş, la formation des schistes chloritiques et des métatufs de Căluş.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 3, 1985

C.Z. 550.8 : 621.38 : 65.012.23

Kalmár, I. *Les analyses spectrales dans la recherche géologique*

Les analyses spectrales — determinations des concentrations d'éléments à l'intermède des mesurages effectués sur les lignes d'emission caractéristiques à ceux-ci ou des lignes d'adsorbtion dans le domain de la lumière visible-interprétées statistiquement, offrent une base de départ pour un calcul de bilan, très suggestif dans les études de macroprognose et de métalogenèse régionale

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 3, 1985

C.Z. 549 : 622.121

Gheorghiţoiu, M. *Quelques aspects de la recherche minéralogique pour un gisement de l'ouest du Banat*

Un présente les résultats obtenus par la suite de l'analyse minéralogique par la diffraction des rayons x sur les échantillons bruts et sur la fraction colloidale des carottes prélevés d'un gisement en vue de l'estimation de la possibilité d'apparition du blocage à l'entaillage de la couche productive par le forage.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 3, 1985

C.Z. 621 : 314 : 621.2

Posea, N., Pupăzescu, A. *Méthode de calcul des tensions et des déformations des roues des convertisseurs hydrauliques de couple — CHC*

On présente un procédé analytique de détermination de l'état des tensions et des déformations dans les parois des roues des convertisseurs hydrauliques de couple, qui constituent des enveloppes toroidales en mouvement de rotation. Par cette méthode, basée sur la téorie des moments des enveloppes peu épaisses, on a obtenu des solutions analytiques adequates pour les tensions et les déformations du mouvement de rotation et du couple de torsion.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 3, 1985

INHALT

C.Z. 622.232.7 : 622.273.15 : 65.011.54 : 622.332

Gâf-Deac, I. *Einführungsmöglichkeiten der maschinellen Strebausrüstungen gleichzeitig mit der Auffahrung der Konturgrubenbaue für neue Abschnitte*

Beschrieben wird ein neues, originelles Einführungsverfahren einer maschinellen Strebausrüstung, gleichzeitig mit der Auffahrung der Kopfstrecke des Bauschnittes, welches mit Erfolg in der Grube Lupeni angewendet wurde. Ebenfalls versucht man die neuen, unkonventionellen Techniken für die Einführung der Strebausrüstungen im Voraus gegenüber die Beendigung der Konturgrubenbaue der zukunftigen Bauschnitte oder Scheiben zu klassifizieren.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 3, 1985

C.Z. 622.251 : 621.86 078.3 : 622.67

Zamfir, V. *Neue Verfahren und Vorrichtung für das automatische nacheinanderfolgende Aus- und Zumachen der Sicherheitsbühnentüren der abteufenden Grubenschächten*

Vorgestellt werden ein Verfahren und eine Vorrichtung neuer Entwicklung welche zum automatischen, nacheinanderfolgenden Aus- und Zumachen der Sicherheitsbühnentüren der abteufenden Grubenschächten, unter Verwendung der Kübelführung des Schlepptroges als Antriebssystem, dienen. Beschrieben werden die Vorrichtung, ihre Bestandteile, die Funktionierung und die Vorteile ihrer Anwendung.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 3, 1985

C.Z. 622.261 : 622.281.5

Petrescu, G. *Örtliche Beanspruchungswirkungen der zum Streckenausbau benutzten Stahlringprofile*

Unter normalen Abbaubedingungen werden einige Aspekte betreffend die Beanspruchungen der Stahlringprofile in den Verbindunglaschen festgestellt. Die Verfasser überprüfen und schlagen Lösungen zur Vermeidung der Entstehung von äusserlichen Spannungen, vor.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 3, 1985

C.Z. 621.879 : 622.271.3 : 621.398

Barbu, E., Lixandru, I., Zamfir, A. *Zentralüberwachungsstation für die Sammlung und Verarbeitung der Daten betreffend die Funktionierung der Schaufelradbagger in Oltenia*

Zum Zweck der ständigen Informierung über den Funktionsstand der Tagebauausrüstungen wird das „Fernfunküberwachunssystem der Kohlenbagger" vorgestellt, welches auf Beauftragung des Bergbaukombinats Rovinari von den Verfassern erarbeitet wurde.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 3, 1985

C.Z. 622.346.2 : 622.341.11 : 65.012.23

Apostol, A., Szasz, M. *Aspekte der Perspektivenauswertung der Molybdänum und Magnetitlagerstätte von Jolotca*

Zweckes der Auswertung von neuen Nuztstofflagerstätten für die Verarbeitung der eigenen Rohstoffbasis, stellen die Verfassfer die Geologie und die Aufbereitungsversuche welche bei der Molybdänit-und Lanthanidenlagerstätte und bei der Vanadiumführenden Magnetitlagerstätte mit Apatit auf der nord-westlichen Seite des alkalinischen Massivs von Ditrău durch geführt wurden, vor.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 3, 1985

C.Z. 551.7 : 552.4 : 622.361.3

Gurău, A. et. al. *Die lithostratigraphische regionelle Zonalität der metallführenden Mineralisationen der Metamorphite der Serie Leaota*

Die Verfasser stellen die mineralogische und die senkrechte geochemische-lithostratigraphische Zonalität, wie folgt, vor : die quartz-feldspatische Formation von Voineşti, die vulkanogen- sedimentäre, metaspillit-keratophirische Formation von Lereşti-Tămaş und die Formation von Chloritschiefern und Metatuffen von Călugu.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 3, 1985

C.Z. 550.8 : 621.38 : 65.012.23

Kalmar, I. *Die Spektralanalysen in den geologischen Untersuchungen*

Die Spektralanalysen- Konzentrationsbestimmungen von Elementen mittels der statisch verarbeiteten Messungen auf deren kennzeichnenden Emissionlinien oder auf einigen Absorbtionslinien in dem Bereich des Sichtlichtes- bieten eine Ausgangsbasis für Billanzrechnungen, welche in Studien der Makroprognose und Metallentstehung sehr nutzlich sind.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 3, 1985

C.Z. 549 : 622.121

Gheorghiţoiu, M. *Einige Aspekte der mineralogischen Untersuchungen einer Lagerstätte im Westen Banats*

Mineralogische Untersuchungen durch Röntgenstrahlbeugung wurden auf Rohproben und auf der kolloidalen Fraktion der aus einer Lagerstätte entnommenen Kernproben durchgeführt, zwecks der Einschätzung der Entstehungsmöglichkeit einer Blockierung bei der Abbohrung einer wirtschaftlichen Schicht.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 3, 1985

C.Z. 621 : 314 : 621.2

Posea, N., Pupăzescu, Al. *Berechnungsmethode der Spannungen und Verformungen bei den Laufrädern der hydraulischen Drehmomentwandler*

Vorgestellt wird ein analytisches Verfahren des Spannungs- und Verformungszustandes in den Wänden der Laufräder der hydraulischen Drehmomentwandler, welche ringröhrige Umhüllung in drehbewegung darstellen. Durch diese auf der Theorie der Momente der dünnen Umhüllungen sich basierende Methode wurden entsprechenden analytischen Lösungen für die Spannungen und Verformungen in der Drehbewegung und in dem Drehmoment erarbeitet.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 3, 1985

Revista MINE, PETROL şi GAZE este editată de Oficiul de informare documentară pentru industria minieră Bucureşti, Calea Victoriei, 220, sector I, cod. 71104, C.P. 22—146, telefon 59.29.75.

Tiparul : Întreprinderea poligrafică „Informaţia" str. Brezoianu nr. 23—25, Bucureşti

Preţul 13 : lei/exemplar

Corector : Cornelia Popa ; grafica : A. Socaciu

c. 1065

43 103

Posibilităţi de echipare a complexelor mecanizate de abataj concomitent cu executarea lucrărilor miniere de conturare a panourilor noi în exploatare

Ing. I. **Gâf-Deac**
Întreprinderea minieră Lupeni

I. Aspecte generale

Experienţa din ultimii ani privind aplicarea exploatării cu susţineri mecanizate a abatajelor frontale dovedeşte că acestea se adaptează relativ bine la diferite condiţii geo-miniere şi de zăcămînt. Pentru Valea Jiului şi în special pentru mina Lupeni, domeniile în care s-a dobîndit experienţă se prezintă după cum urmează :

— trecerea cu complexele mecanizate de abataj prin zone tectonizate;

— interceptarea unor lucrări miniere active sau inactive cum sînt galerii, zone surpate;

— conducerea topografică corectă a activităţii de repliere;

— exploatarea mecanizată şi în mod combinat cu metoda clasică a unor panouri cu lungimi variabile a liniei de front;

— tehnici noi de echipare, dezechipare şi respectiv reciclare în panouri sau felii noi de exploatare a complexelor mecanizate de abataj.

Punerea în funcţiune a unor noi abataje frontale complex mecanizate pentru mina Lupeni constituie sarcină frecventă, cel mai des datorită lungimii reduse a avansării pe direcţie, recurgîndu-se la reciclare, adică transferarea prin dezechipare-echipare a utilajului în cîmpuri noi de abataj.

În continuare redăm cîteva posibilităţi noi — premieră în mineritul carbonifer — pentru echiparea complexelor de abataj în condiţii specifice dificile, privind în special conturarea în termen cu lucrări miniere a panourilor sau feliilor supuse exploatării.

II. Tehnica echipării prin metoda cu săpare simultană a galeriei de cap sub aeraj parţial şi pozarea secţiilor dinspre galeria de bază, cu lărgirea preabatajului de atac spre şcarpă

Pentru stratul 5, bl. V, de la mina Lupeni, o dată cu finalizarea avansării pe direcţie a complexului mecanizat de abataj SMA-2-PH din panoul 17 felia I, s-a impus dezechiparea, transportul, repararea şi montarea acestuia în noul panou nr. 15, felia a II-a, ale căror lucrări miniere de conturare nu erau definitivate (fig. 1). În consecinţă, evitîndu-se regula clasică de a nu porni operaţiile de montare pînă cînd toate lucrările miniere de contur ale panoului sînt străpunse şi aerisite sub depresiunea generală a minei, s-a adoptat un procedeu care a permis devansarea activităţii de punere în funcţiune a noului abataj. Astfel, după stabilirea traseului de transport al secţiilor şi montarea monoraiului, s-a amenajat camera de reparare, executîndu-se preabatajul de atac, continuînd în paralel săparea galeriei de cap. Toate aceste lucrări miniere sînt aerisite parţial cu instalaţii mecanice de aeraj (coloane de tuburi metalice sau flexibile, ventilatoare) săparea fiind mecanizată, cu ajutorul combinei de înaintare CI—2.

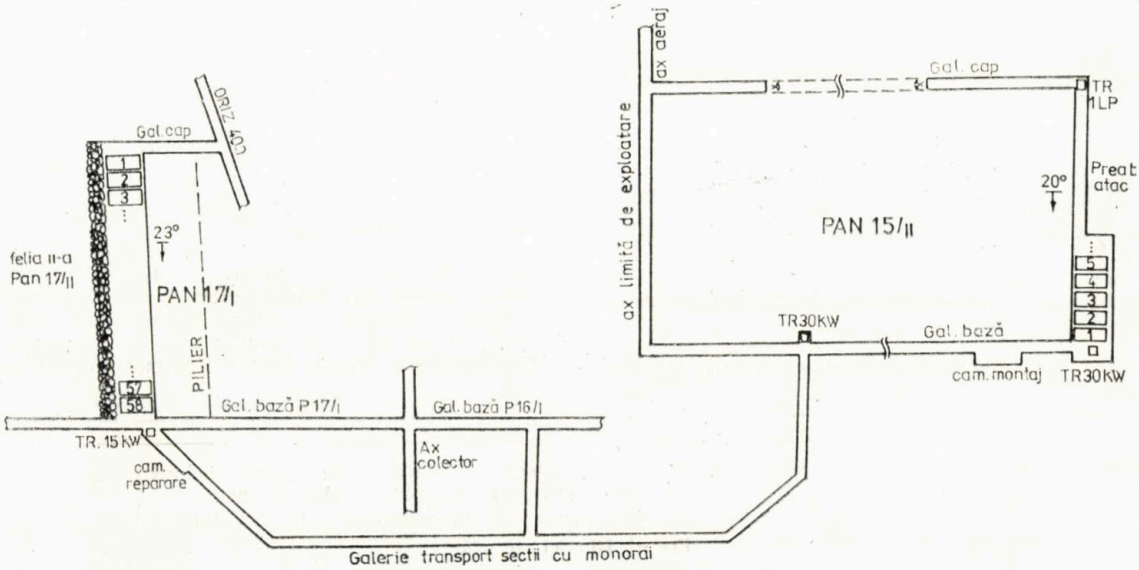


Fig. 1. Schema lucrărilor miniere pentru reciclarea complexului mecanizat de abataj SMA 2 — PH prin metoda echipării cu secţii în preabatajul de atac aerisit parţial, concomitent cu săparea galeriei de cap.

Contrafront, pentru străpungerea galeriei de cap, s-a plasat încă o formație de lucru.

Se ivește problema alegerii secțiunii și a modului de armare a preabatajului de atac, ținînd seama de faptul că se montează complexul de înălțime medie SMA-2-PH în felia a II-a, a stratului 5, vatra fiind constituită din intercalații de steril, care separă felia a III-a, iar echiparea se execută sub tavan artificial.

Experiența a demonstrat că pentru un astfel de tip de susținere mecanizată săparea preabatajului de atac, susținut cu elemente TH, nu este oportună din două motive : înălțimea unui profil susținut în acest mod presupune tăierea intercalației sterile cu 0,6—1 m grosime și, în final, după echipare, ridicarea secțiilor la cota vetrei feliei este dificilă o dată cu avansarea pe direcție.

În consecință, se adoptă un mod de armare simplu, clasic, în lemn, urmărindu-se ca în faza finală să se asigure spațiul suficient de rotire și poziționare a secțiilor de susținere mecanizată (fig. 2).

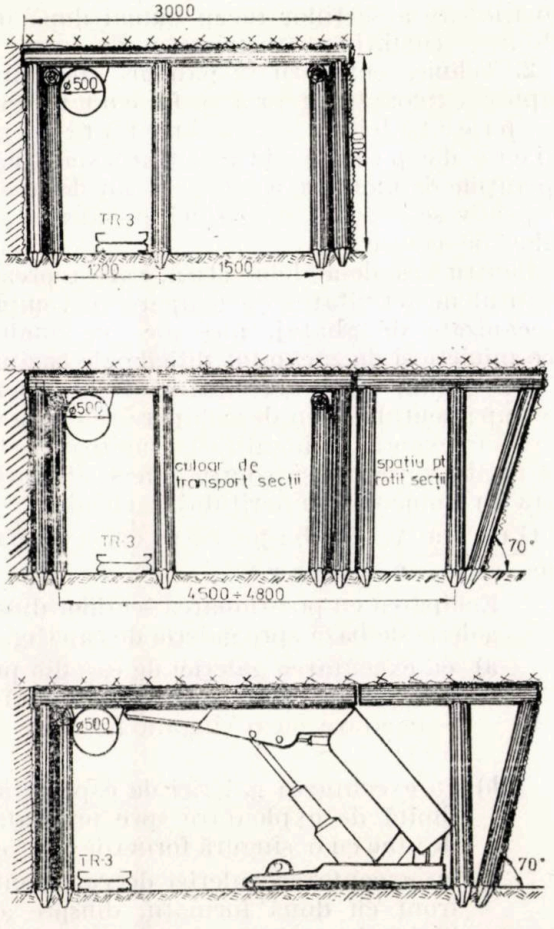


Fig. 2. Fazele de lucru în preabatajul de atac pentru echiparea sub tavan artificial (stratul 5, felia a II-a, I. M. Lupeni) cu secții de susținere mecanizată SMA—2—PH în situația în care sub aeraj parțial se execută concomitent și galeria de cap : *a* — secțiunea inițială a preabatajului de atac ; *b* — preabatajul de atac lărgit, inclusiv cu șcarpa executată ; *c* — stadiul final al preabatajului cu secțiile de susținere poziționate.

Pentru echipare, fazele de lucru în preabatajul de atac presupun lărgirea acestuia și executarea inclusiv a șcarpei (fig. 2 *b*), apoi rotirea secției, eliminîndu-se stîlpii și jugurile din spațiul aferent poziționării (fig. 2 *c*).

Cu toate că preabatajul și galeria de cap sînt săpate în cărbune, iar zonei îi sînt caracteristice emanații de metan, nu s-au înregistrat pe tot parcursul montării complexului concentrații periculoase care să îngreuieze operațiile propriu-zise de transport, rotire și poziționare a secțiilor, fiind asigurat un aeraj parțial corespunzător cu ventilatoare electropneumatice.

Pentru realizarea acestui program nou de montare în devans a echipamentului de mecanizare complexă s-a stabilit un mod de eșalonare a plasării forței de muncă, redat în figura 3.

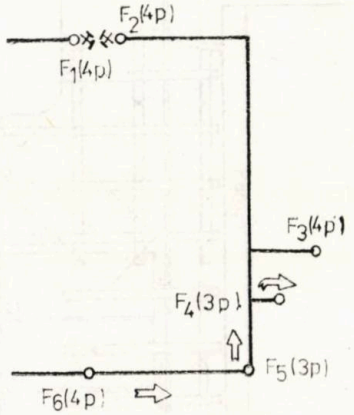


Fig. 3. Modul de plasare a formațiilor de lucru pe un schimb pentru echiparea compexului mecanizat de abataj în varianta I : F_1 — executarea galeriei de cap ; F_2 — executare contrafront a galeriei de cap ; F_3 — executarea lărgirii preabatajului de atac spre șcarpă pentru crearea spațiului de rotire-poziționare a secțiilor ; F_4 — operații de rotire-poziționare a secțiilor ; F_5 — transport secții în preabatajul de atac ; F_6 — echipa SERVICE pentru repararea și asamblarea secțiilor în camera de montaj.

Sistemul de lucru propriu-zis implică materializarea unor elemente de detaliu, mai ales în ceea ce privește gabaritul preabatajului de atac și al secțiilor (fig. 4). În galeria de bază se montează, concomitent cu săparea, transportorul colector TR—4, în preabatajul de atac transportorul TR—3 înlocuit ulterior cu TR—6, iar în galeria de cap TR—3, în final demontabil.

Secțiile sînt tractate cu ajutorul troliului electrohidraulic pozat în galeria de cap și al troliului electric de 55 kW, amplasat la baza preabatajului de atac.

Secția 1 se poziționează după executarea lărgirii definitive spre șcarpă. Urmează rotirea și tensionarea între tavan și vatră a secțiilor nr. 2, 3..., care sînt tractate succesiv dinspre galeria de bază spre galeria de cap prin fața celor poziționate. În front se păstrează coloana de aeraj refulantă, deasupra transportorului TR—3. Pînă la străpungerea galeriei de cap și punerea noului abataj sub depresiunea generală a minei,

controlul concentrațiilor de metan se efectuează automat cu ajutorul punctelor de detecție ale stației telegrizumetrice.

În ultima parte a programului, după terminarea poziționării tuturor secțiilor de susținere mecanizată, se evacuează din preabataj transportorul TR—3, montîndu-se cel definitiv, TR—6, împreună cu combina 2K52—MY.

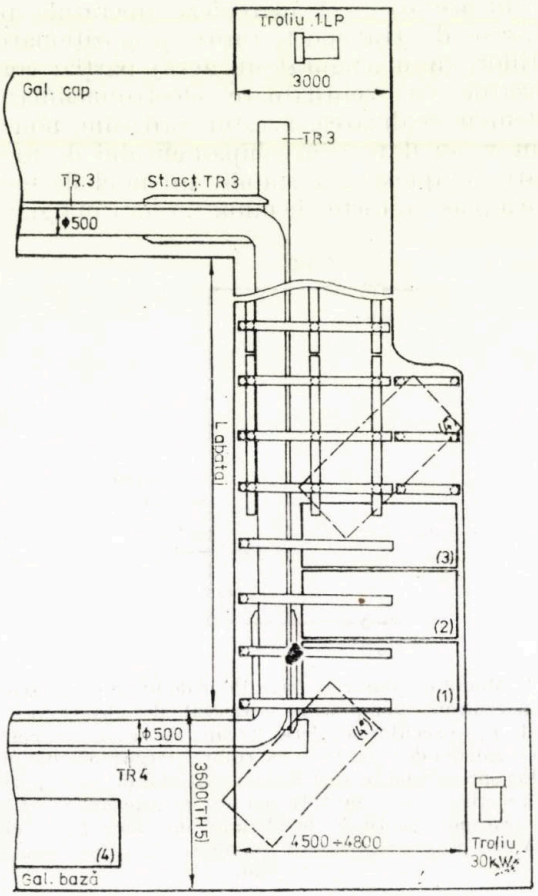


Fig. 4. Modul de transport, rotire și poziționare a susținerii mecanizate la echiparea abatajului prin metoda cu săparea simultană a galeriei de cap sub aeraj parțial și poziționarea secțiilor dinspre galeria de bază cu lărgirea spre șcarpă (varianta I).

Troliul electrohidraulic din galeria de cap rămîne în continuare cu scop de troliu de siguranță a combinei pentru înclinări mai mari ale stratului, iar coloana de aeraj la străpungere este demontată și destinată refolosirii în altă lucrare.

În acest mod, pentru stratul 5, bl. V, panoul 15/II la mina Lupeni, prin devansarea programului de începere a echipării complexului mecanizat înainte de terminarea conturării feliei, respectiv nestrăpungerea galeriei de cap, s-a putut pune în funcțiune abatajul cu circa 60 zile mai devreme, de aici revenind o importantă cantitate de cărbune cocsificabil extras în plus, cu efecte economice pozitive pentru întreprindere.

III. O clasificare a unor variante noi de echipare a complexelor mecanizate de abataj fără terminarea conturării prealabile cu lucrări miniere a panourilor

Alcătuirea unei clasificări complete și general valabile a tehnicii și tehnologiei de lucru aplicate la echiparea complexelor mecanizate de abataj este dificilă, întrucît mulțimea variantelor și a soluțiilor sînt adoptate funcție de condițiile geo-miniere și de zăcămînt specifice.

Cu atît mai mult, pentru un domeniu nou, acela al echipării abatajelor în modalități neconvenționale se identifică mai multe grupe (*A*, *B*, *C*, *D*), subgrupe (I, II,..., XIV) și variante. Pentru punerea în funcțiune a abatajelor frontale complex mecanizate, se disting următoarele clase de soluții.

1. Tehnica echipării în panouri sau felii noi supuse exploatării conturate în prealabil cu lucrările miniere de bază. Galeriile de bază și de cap și preabatajul de atac sînt aerisite sub depresiunea generală a minei și operațiile de asamblare, transport, rotire și poziționare a secțiilor încep numai după îndeplinirea condițiilor restrictive de mai sus.

2. Tehnica echipării în panouri sau felii noi supuse exploatării fără a fi conturate în prealabil toate lucrările miniere de pregătire. În această situație, operațiile de montare a secțiilor sînt devansate, respectiv se execută în paralel cu săparea galeriilor de contur.

Pentru cea de-a doua clasă, care reprezintă viitorul în activitatea de echipare cu complexe mecanizate de abataj, mai ales în condițiile geo-miniere și de zăcămînt dificile ale bazinului Valea Jiului, cînd activitatea de transferare a echipamentului prin dezechipare-echipare este foarte frecventă, se identifică următoarea clasificare de variante și soluții, efectuată prima oară în domeniul minieritului carbonifer:

Grupa A. Echiparea cu galeria de cap în săpare

1. Echiparea cu poziționarea secțiilor dinspre galeria de bază spre galeria de cap (fig. 5):
   - **a)** cu executarea galeriei de cap din preabatajul de atac spre axul limită de exploatare cu o singură formație (fig. 5 *a*);
   - **b)** cu executarea galeriei de cap din axul limită de exploatare spre preabatajul de atac cu o singură formație (fig. 5 *b*);
   - **c)** cu executarea galeriei de cap, contrafront cu două formații, dinspre axul limită de exploatare și din preabatajul de atac (fig. 5 *c*).
2. Echiparea cu poziționarea secțiilor dinspre galeria de cap spre galeria de bază (fig. 6):
   - **a)** cu executarea galeriei de cap cu o singură formație dinspre preabatajul de

atac spre axul limită de exploatare (fig. 6 *a*);

b) cu săparea galeriei de cap din axul limită de exploatare (fig. 6 *b*);

c) cu săparea în contrafront a galeriei de cap cu două formații (fig. 6 *c*).

3. Echiparea concomitentă, mixtă ca sens, începînd din extremitățile preabatajului de atac (fig. 7):

a) cu săparea galeriei de cap din preabatajul de atac (fig. 7 *a*);

b) cu săparea galeriei de cap din axul limită de exploatare (fig. 7 *b*);

c) cu săparea în contrafront a galeriei de cap cu două formații (fig. 7 *c*).

4. Echiparea concomitentă, mixtă ca sens, începînd din mijlocul preabatajului de atac (fig. 8):

a) cu săparea galeriei de cap din preabatajul de atac (fig. 8 *a*);

b) cu săparea galeriei de cap din axul limită de exploatare (fig. 8 *b*);

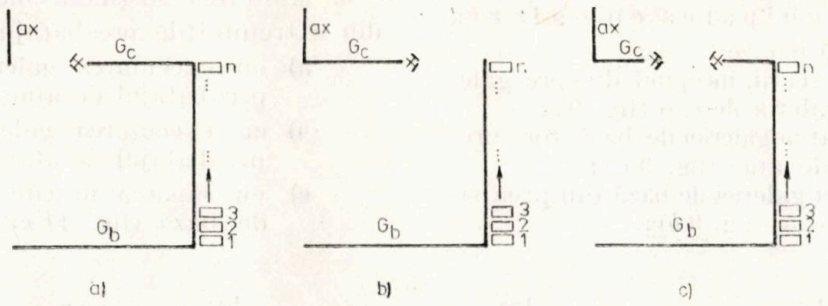


Fig. 5. Echiparea complexelor mecanizate de abataj cînd galeria de cap a panoului este concomitent în săpare

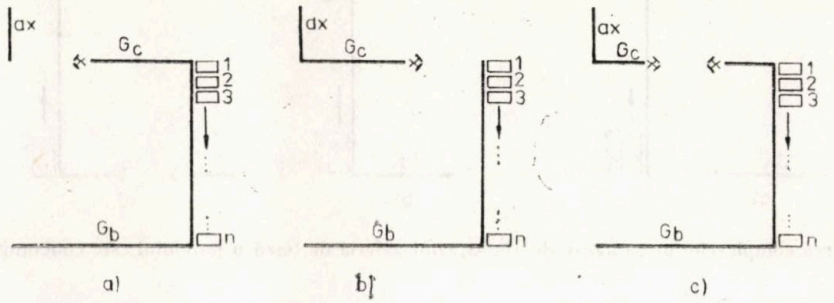


Fig. 6. Echiparea complexelor mecanizate de abataj cînd galeria de cap a panoului este concomitent în săpare

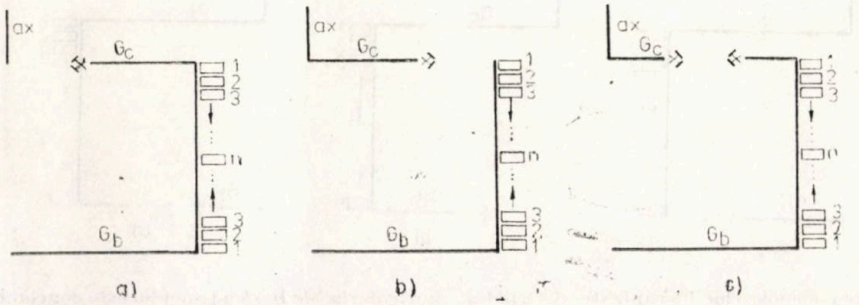


Fig. 7. Echiparea complexelor mecanizate de abataj cînd galeria de cap a panoului este concomitent în săpare

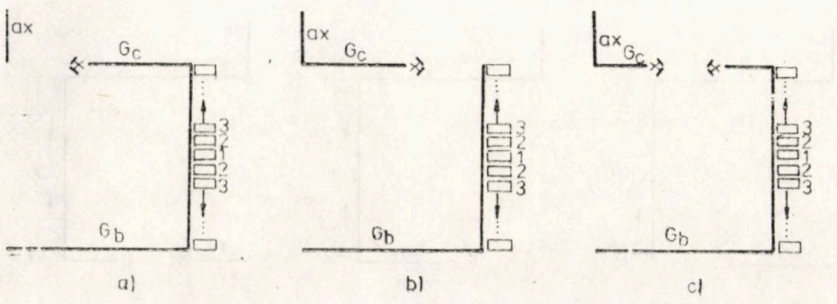


Fig. 8. Echiparea complexelor mecanizate de abataj cînd galeria de cap a panoului este concomitent în săpare

c) cu plasarea a două formații pentru săparea contrafront a galeriei de cap (fig. 8 *c*).

Procedeele din această grupă se aplică atunci cînd accesul pentru plasarea executării galeriei de cap a panoului este dificil în primă fază. Dificultățile sînt generate fie de existența unor falii, fie de necesitatea păstrării unor pilieri de protecție în apropierea limitei de exploatare cu abatajul. Secțiile de susținere mecanizată se transportă prin galeria de bază, în care se amenajează provizoriu și camera de montaj.

Grupa B. Echiparea cu galeria de bază în săpare

1. Echiparea cu secții, începînd dinspre galeria de bază spre galeria de cap (fig. 9) :

a) cu executarea galeriei de bază spre preabatajul de atac (fig. 9 *a*) ;

b) cu săparea galeriei de bază din preabatajul de atac (fig. 9 *b*) ;

c) executîndu-se contrafront galeria de bază cu două formații (fig. 9 *c*).

2. Montarea secțiilor de susținere mecanizată din galeria de cap spre galeria de bază (fig. 10) :

a) cu săparea galeriei de bază cu o singură formație (fig. 10 *a*) ;

b) cu săparea galeriei de bază din preabatajul de atac (fig. 10 *b*) ;

c) cu săparea contrafront a galeriei de bază (fig. 10 *c*).

3. Montarea susținerii mecanizate începînd din extremitățile preabatajului (fig. 11) :

a) cu executarea galeriei de bază spre preabatajul de atac (fig. 11 *a*) ;

b) cu executarea galeriei de bază din preabatajul de atac (fig. 11 *b*) ;

c) cu săparea în contrafront a galeriei de bază (fig. 11 *c*).

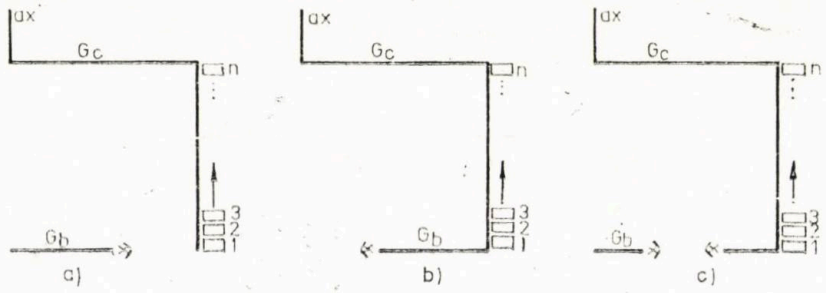


Fig. 9. Echiparea complexelor mecanizate de abataj cînd galeria de bază a panoului este concomitent în săpare

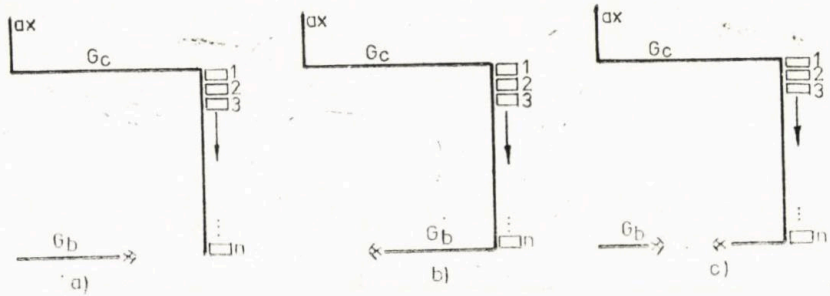


Fig. 10. Echiparea complexelor mecanizate de abataj cînd galeria de bază a panoului este concomitent în săpare

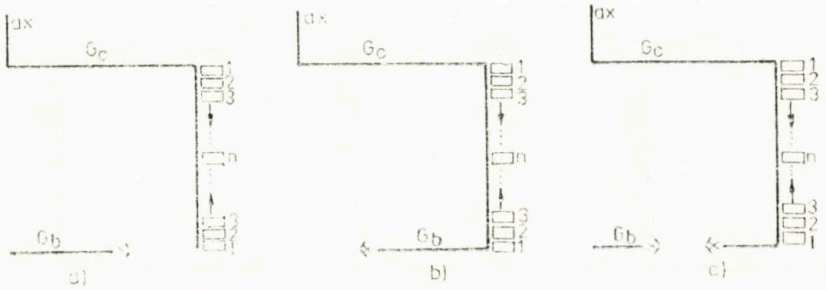


Fig. 11. Echiparea complexelor mecanizate de abataj cînd galeria de bază a panoului este concomitent în săpare

4. Echiparea complexului mecanizat de abataj începînd din mijlocul preabatajului de atac (fig. 12) :

a) cu săparea galeriei de bază cu o formație dinspre axul limită de exploatare (fig. 12 *a*) ;

b) cu săparea galeriei de bază din preabatajul de atac (fig. 12 *b*) ;

c) executînd galeria de bază cu două formații de lucru (fig. 12 *c*).

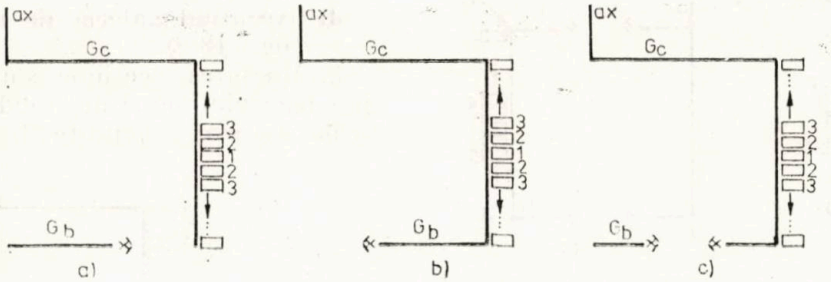


Fig. 12. Echiparea complexelor mecanizate de abataj cînd galeria de bază a panoului este concomitent în săpare

Aspectele specifice acestor soluții de montare sînt cele similare echipării susținerii mecanizate cînd nu este străpunsă galeria de cap a panoului. În acest caz, esențială este crearea condițiilor favorabile în galeria de cap pentru aeraj, evacuarea materialului provenit din săpare, amplasarea camerei de asamblare și existența secțiunii corespunzătoare de gabarit pentru transportul echipamentului.

Grupa C. Echiparea în preabatajul de atac executat cu galeriile de contur în săpare

1. Montarea secțiilor începînd din intersecția preabatajului cu galeria de bază (fig. 13) :

a) cu săparea celor două galerii din preabatajul de atac (fig. 13 *a*) ;

b) cu săparea galeriilor de contur și contrafront (fig. 13 *b*).

2. Montarea secțiilor dinspre galeria de cap cu cele două galerii de contur și săpare (fig. 14) :

a) executînd galeriile din preabatajul de atac (fig. 14 *a*) ;

b) executînd cele două galerii de contur în contrafront (fig. 14 *b*).

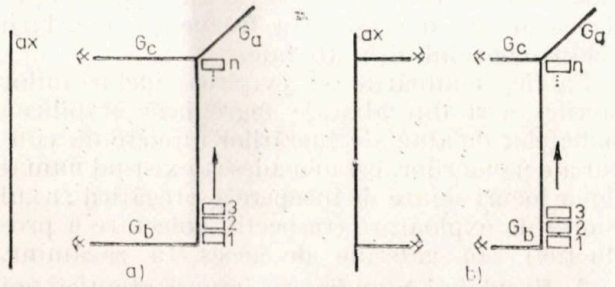


Fig. 13. Echiparea complexelor mecanizate de abataj cînd ambele galerii de contur ale panoului sînt concomitent în săpare

3. Echiparea secțiilor începînd din extremitățile preabatajului de atac (fig. 15) :

a) săpînd galeriile din extremitățile preabatajului (fig. 15 *a*) ;

b) săpînd cele două galerii în contrafront (fig. 15 *b*).

4. Poziționarea secțiilor din mijlocul preabatajului de atac (fig. 16) :

a) executînd galeriile cu cîte o formație din preabatajul de atac (fig. 16 *a*) ;

b) executînd galeriile în contrafront (fig 16 *b*).

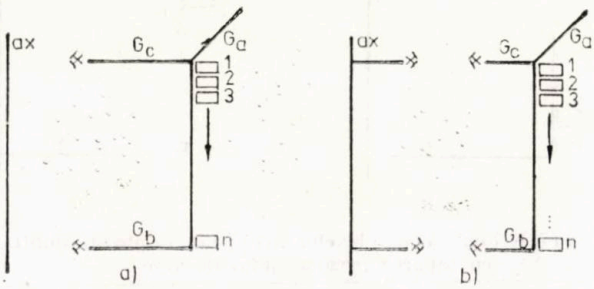


Fig. 14. Echiparea complexelor mecanizate de abataj cînd ambele galerii de contur ale panoului sînt concomitent în săpare

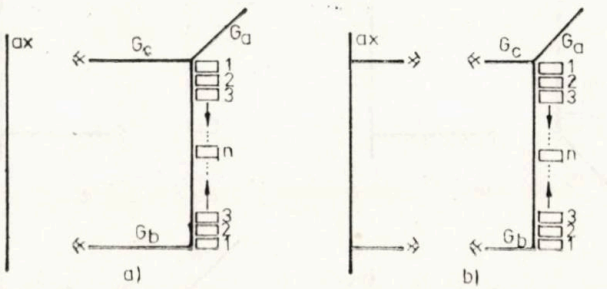


Fig. 15. Echiparea complexelor mecanizate de abataj cînd ambele galerii de contur ale panoului sînt concomitent în săpare

Aceste variante se constituie în cazuri speciale cînd cu o galerie de acces G_a se ajunge la limita favorabilă începerii exploatării într-un cîmp de abataj. Aerajul preabatajului de atac este parțial, iar evacuarea materialului derocat, transportul și asamblarea secțiilor de susținere mecanizată se fac prin galeria de acces.

Grupa D. Montarea secţiilor de susţinere mecanizată simultan cu săparea preabatajului de atac

1. Echiparea secţiilor simultan cu săparea preabatajului de atac, cînd una dintre galeriile de contur este executată (fig. 17):

a) cu galeria de cap în săpare (fig. 17 *a*);

b) cu galeria de bază în săpare (fig. 17 *b*);

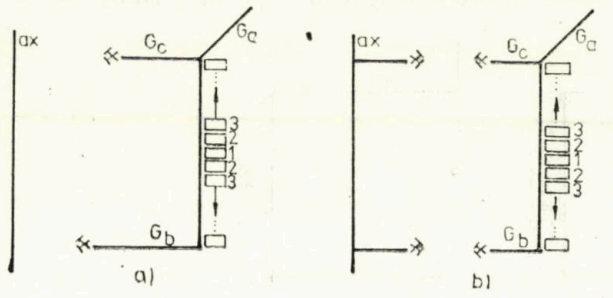


Fig. 16. Echiparea complexelor mecanizate de abataj cînd ambele galerii de contur ale panoului sînt concomitent în săpare

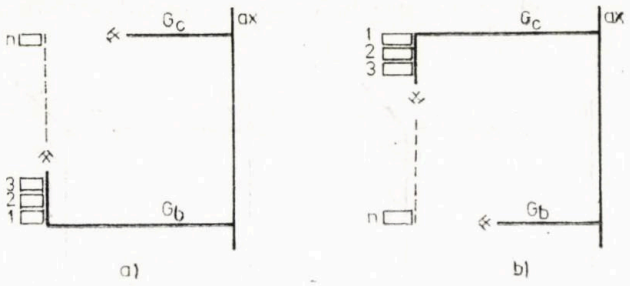


Fig. 17. Echiparea complexelor mecanizate de abataj simultan cu săparea preabatajului de atac

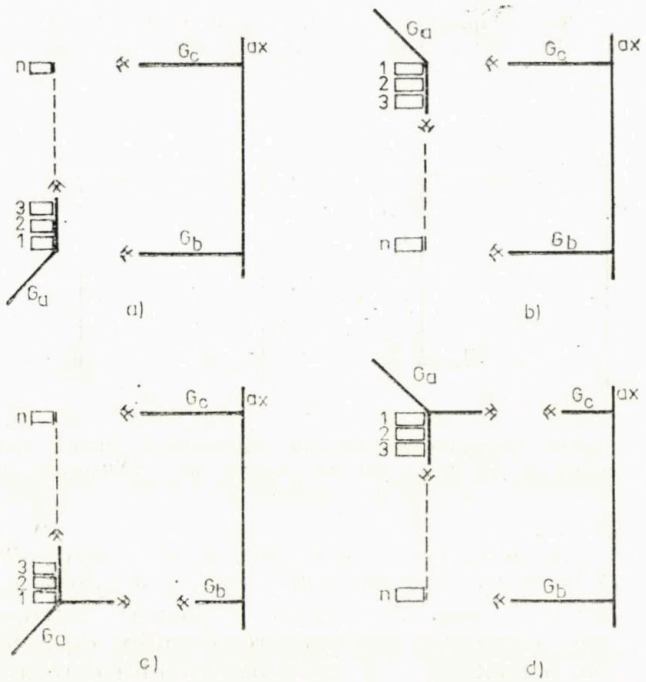


Fig. 18. Echiparea complexelor mecanizate de abataj simultan cu săparea preabatajului de atac

2. Montarea secţiilor simultan cu săparea preabatajului de atac, cînd ambele galerii de contur sînt în săpare (fig. 18):

a) cu echiparea din galeria de acces spre galeria de cap, săpînd galeriile de contur din axul limită de exploatare (fig. 18 *a*);

b) cu echiparea din galeria de acces spre galeria de bază, executînd galeriile de contur dinspre axul limită de exploatare (fig. 18 *b*);

c) executînd galeria de bază în contrafront (fig. 18 *c*);

d) executînd galeria de cap în contrafront (fig. 18 *d*).

3. Montarea secţiilor simultan cu săparea preabatajului de atac, cînd galeriile de bază şi de cap sînt executate (fig. 19).

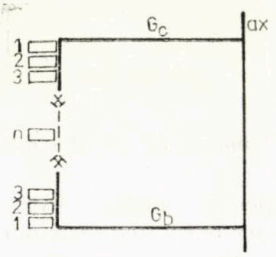


Fig. 19. Echiparea complexelor mecanizate de abataj simultan cu săparea preabatajului de atac

Cu certitudine, viitorul tehnicilor de echipare a complexelor mecanizate de abataj se va include în această grupă de variante, o dată cu perfecţionarea lor şi adăugarea altor elemente de simplificare şi eficienţă. De altfel, metoda din figura 17 *a* a fost aplicată cu succes la mina Lupeni, în stratul 5, blocul V, felia I, panoul nr. 17, cînd abatajul complex mecanizat a fost pus în funcţiune cu mult înainte de termen, cu mari economii de materiale şi manoperă, cel mai important cîştig fiind producţia fizică însemnată extrasă în devans.

Concluzii

1. Studiul unor posibilităţi noi de echipare a complexelor mecanizate de abataj, concomitent cu săparea lucrărilor miniere de pregătire, se justifică în etapa de faţă, ţinînd seama de condiţiile miniere şi de zăcămînt tot mai dificile, care determină avansări reduse pe direcţie, de asemenea, o creştere a frecvenţei reciclării echipamentului din abataje.

Faliile, laminările şi evitarea incluziunilor sterile mari din abataje îngreuiază stabilirea punctelor de atac ale lucrărilor miniere de contur ale panourilor, cel mai adesea existînd numai două locuri sigure de începere a pregătirii : axul limită de exploatare (respectiv colectare a producţiei) sau galeriile de acces la zăcămînt.

2. Pe planul mondial se impun atenţiei noi procedee de mutare a abatajelor complex mecanizate. Pentru viitor şi în mineritul nostru

carbonifer, funcție de condițiile de zăcămînt și soluțiile tehnice noi, se va putea trece la :

— noi metode de săpare a galeriilor de pregătire, în special a preabatajului de atac, care eventual ar putea fi susținut exclusiv cu ancore ;

— introducerea în subteran a utilajelor parțial montate la suprafață (ceea ce se și face în momentul de față cu transportoarele) ;

— noi posibilități de transport al echipamentului de mecanizare complexă ;

— procedee noi de răpire pentru dezechipare a secțiilor ;

— metode noi de pregătire a panourilor și feliilor cu aspecte originale în mineritul carbonifer românesc tratate mai sus.

3. Toate procedeele descrise, atît cele aplicate la mina Lupeni, cît și cele din clasificare, nu presupun tehnică sau echipamente suplimentare, ci numai punerea în practică a unor tehnologii noi de echipare. Metodele prezentate se referă la exploatarea în retragere a abatajelor, însă ele devin aplicabile și în cazul procedeului de lucru în avans cu frontul de cărbune.

4. Aerisirea lucrărilor miniere este parțială, în final — o dată cu terminarea echipării abatajului prin străpungerea perimetrului de contur al panoului — aerajul se face sub depresiunea generală a minei.

Pentru aerajul parțial se folosesc coloane de tuburi metalice cu diametrul maxim de 500 mm pentru a se menține spațiul suficient în preabatajul de atac în vederea transportului, rotirii și poziționării secțiilor.

5. Odată generalizate, aceste procedee noi de echipare cu complexe mecanizate, concomitent cu săparea lucrărilor de pregătire, presupun reformularea ca adaptare a unor prevederi din Instrucțiunile privind montarea, exploatarea și demontarea acestora, incluse în Instrucțiunile tehnice la normele de protecția muncii pentru industria minieră.

6. Aplicarea cu succes la mina Lupeni, în mai multe cazuri, a unor variante și soluții noi de echipare a complexelor mecanizate de abataj dovedește viabilitatea și viitorul acestor metode, în scopul creșterii imediate a eficienței economice și al sporirii producției fizice de cărbune.

Bibliografie

[1] Gâf-Deac, I. *Tehnica mutării complexelor mecanizate de abataj în felii sau panouri noi pentru exploatare.* Mine, Petrol. și Gaze, nr. 5, 1980.

[2] Gâf-Deac, I. *Metodă de echipare a complexelor mecanizate de abataj cu săparea și susținerea simultană a preabatajului de atac.* Buletin de informare tehnică, An I, nr. 2, 1983, Petroșani.

[3] Iliaș, N. ș.a. *Sistem de susținere mecanizată adaptabil abatajelor cu front lung de lungime variabilă.* Lucrările științifice ale Institutului de Mine Petroșani, vol. XVI, fasc. 1, 1984.

[4] Gâf-Deac, I., Blaj, Al. *Tehnica echipării complexelor mecanizate de abataj cu săparea și susținerea simultană cu secții a preabatajului de atac.* Mine, Petrol și Gaze, nr. 11, 1984.

Un nou procedeu și instalațle pentru deschiderea și închiderea automată alternativă a ușilor podurilor de siguranță de la puțurile de mină în săpare

Conf. dr. ing. **V. Zamfir**
Institutul de Mine Petroșani

I. Introducere

Articolul nr. 24/2 din „Norme de protecție a muncii în activitatea minieră", ediția 1981, prevede pentru puțurile în săpare două poduri de siguranță, unul la gura puțului, iar al doilea la cel mult 20 m sub primul, prevăzute cu uși ce trebuie să se deschidă și să se închidă alternativ, la trecerea chiblei.

Lucrarea de față se referă la un procedeu și o instalație de concepție nouă, destinate deschiderii și închiderii automate alternative a ușilor podurilor de siguranță de la puțurile de mină în săpare, folosind ca sistem de acționare sania pentru ghidare a chiblei.

Sînt cunoscute procedee și instalații de deschidere și închidere alternativă a ușilor podurilor de siguranță de la puțurile de mină în săpare, conform cărora ușile podurilor de siguranță se deschid și se închid alternativ prin acționare individuală cu motoreductoare electrice sau pneumatice plasate în rampa superioară a puțului, mișcarea acestora transmițîndu-se la ușile podurilor, prin niște cabluri flexibile de oțel, care sînt ghidate pe trasee adecvate cu ajutorul unor role de cablu.

Aceste procedee și instalații de deschidere și închidere prezintă o serie de dezavantaje ca :

— pentru fiecare pod de siguranță necesită cîte un sistem separat de acționare constituit din motor, reductor și schemă de comandă plasate în rampa superioară a puțului ;

— cabluri de oțel și role de ghidare pentru cablu, pentru acționare ;

— au o productivitate mică ;

— necesită un operator permanent în rampa superioară a puțului pentru declanșarea comenzilor de deschidere și închidere.

La majoritatea instalațiilor folosite, comenzile pentru deschidere și închidere sînt efectuate manual de către un operator permanent care, de regulă, efectuează și descărcarea chiblei. Instalații cu comandă automată sînt folosite rar, datorită complexității și nefiabilității acestora la condițiile grele de lucru pe care le prezintă un puț în săpare.

Procedeul și instalația, descrise mai jos, înlătură dezavantajele amintite prin aceea că realizează deschiderea și închiderea ușilor podurilor de siguranță în mod automat, alternativ, cu ajutorul saniei de ghidare a chiblei, în care scop pe aceasta sînt prinse două came dublu simetrice, plasate în planul ghidajelor din lemn sau din cablu ale puțului, prin intermediul cărora se acționează asupra unui sistem de pîrghii legate de ușile podurilor de siguranță, la cursa de coborîre, și direct asupra ușilor, la cursa de ridicare.

II. Părți componente. Descrierea instalației

Instalația, așa cum rezultă din figura 1 *a*, este compusă din cele două uși ale podului de siguranță *1* (un desen de detaliu al unei uși este arătat în figura 6) așezate în poziție înclinată față de axa puțului, articulate în punctele *A* de longeroanele *2*, care sînt prinse de moazele *3*, existente în puț; din pîrghiile rotitoare *4*, articulate în punctul B la elementul de rezistență *5*, care la rîndul lui este prins prin niște șuruburi *7*, la montanții *6*, fixați prin șuruburile *8* de moazele puțului; din pîrghiile cotite *9* (un desen de detaliu al unui braț cotit este arătat în fig. 7), articulate în punctele *E* prin intermediul pieselor *10*, la moaza superioară; din sistemul de reacție *11* interpus între pîrghiile cotite și grinda *12*, fixată pe montanți. Pe fiecare ușă sînt plasate, în planul ghidajelor *13* ale puțului, cîte două role *14*. De asemenea, la capătul fiecăreia din pîrghiile cotite se află articulată cîte o rolă *15* plasată în planul ghidajelor puțului (fig. 3; 4 și 5).

Instalația mai conține, așa cum rezultă din figurile 1 *b*, 1 *c* și 3, sania cu formă specială *16*, ce are încorporate patru profile laminate curbate la capete care formează cele două came dublu simetrice amintite mai sus, plasate în planul ghidajelor puțului și care au o înălțime suficient de mare pentru ca chibla și dispozitivele ei de legare la cablul de extracție *17* să fie încadrate de sanie.

Sistemul de reacție este compus dintr-un cilindru, o tijă și un arc elicoidal de compresiune, avînd menirea să realizeze echilibrarea statică a mecanismului ușilor. Echilibrarea statică a mecanismului de deschidere-închidere se poate realiza și printr-o distribuție judicioasă

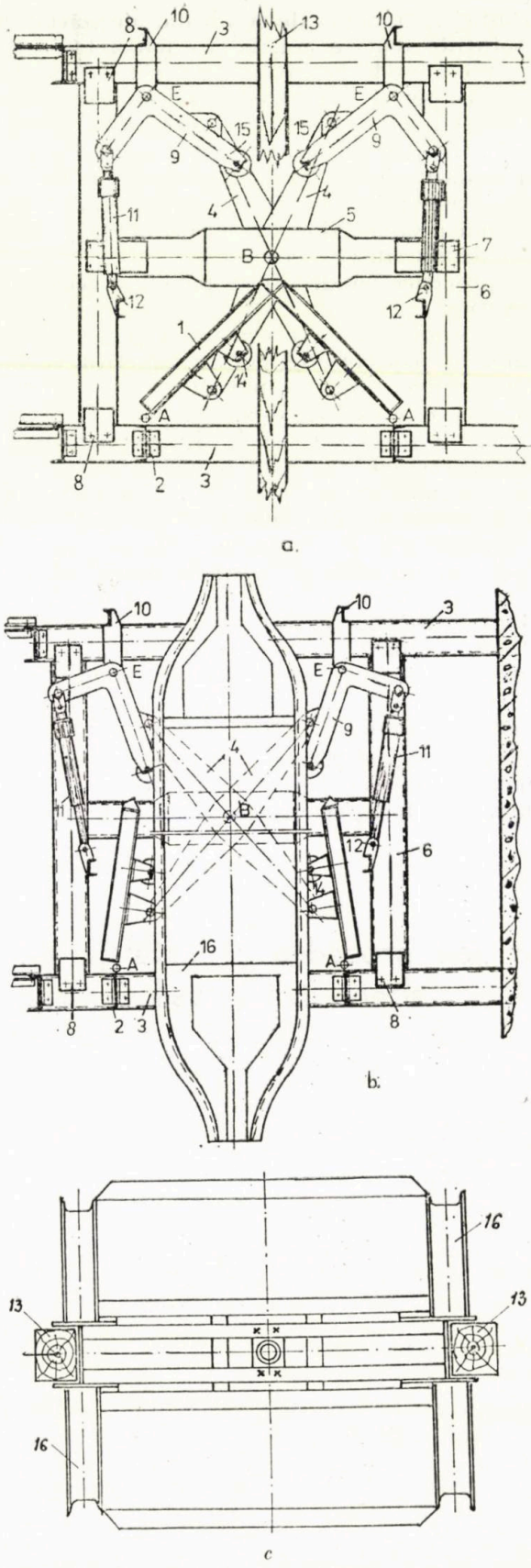


Fig. 1. Schema de principiu a instalației și părți componente: *a* — poziția închis; *b* — poziția deschis; *c* — vedere transversală a saniei

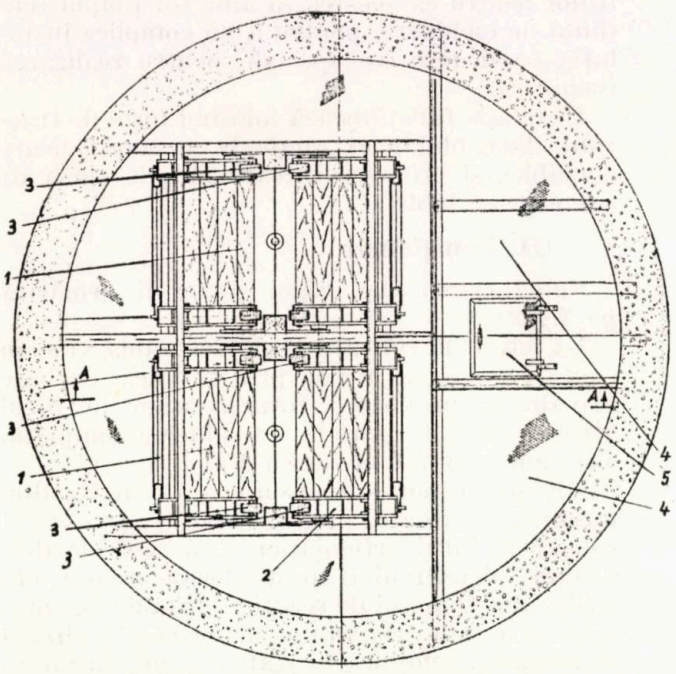


Fig. 2. Vedere în plan orizontal a unui pod :
1 — ușă ; *2* — brațe cotite ; *3* — role ; *4* — poditură ; *5* — chepeng pentru circulație

a maselor excluzînd, în felul acesta, rolul de echilibrare dat de arcul elicoidal din componența sistemului de reacție. Procedeul acesta însă nu întotdeauna se poate aplica din considerente de gabarit și totodată mărește momentul de inerție redus la axa balamalelor ușilor.

În lucrarea de față echilibrarea statică a mecanismului este considerată a fi realizată prin intermediul arcului elicoidal al sistemului de reacție.

Trebuie menționat că mecanismul nu trebuie total echilibrat static ; el trebuie să rămînă cu un ușor dezechilibru în sensul de închidere a

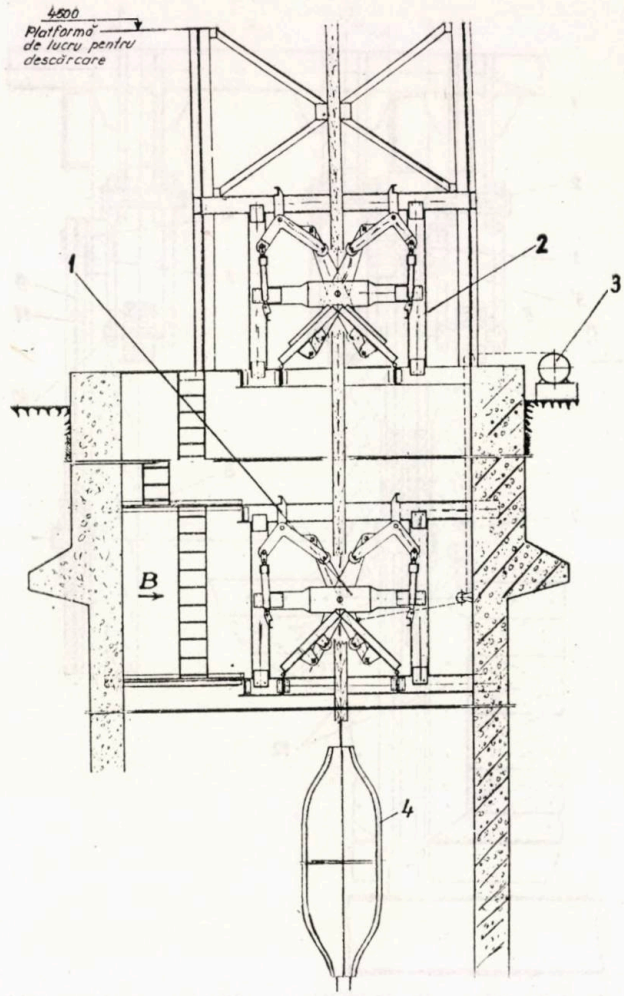


Fig. 3. Secțiune printr-un puț dotat cu instalație automată de deschidere-închidere (secțiunea *A* — *A* pe fig. 2) : *1* — podul inferior ; *2* — podul superior ; *3* — sistemul actual de deschidere ; *4* — sania de ghidare

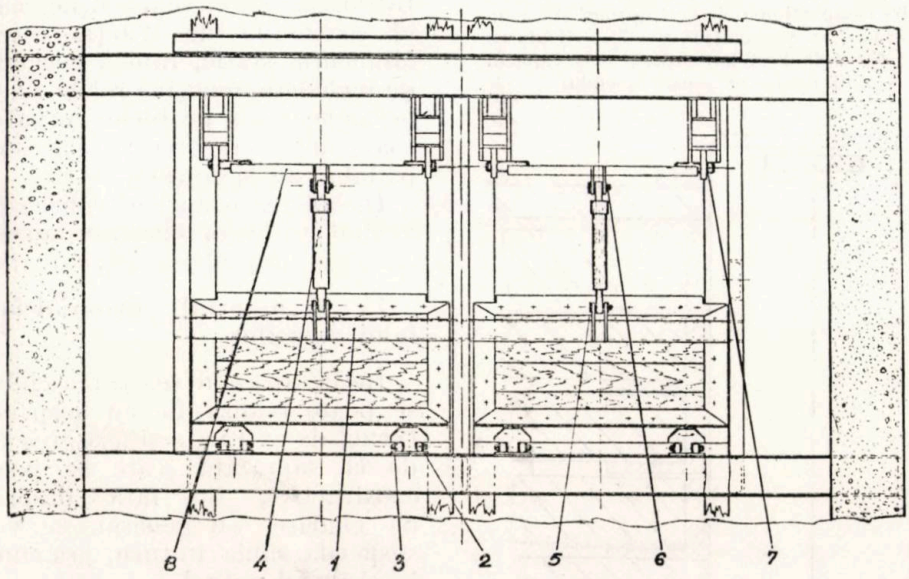


Fig. 4. Vedere parțială a mecanismului ușilor (vedere din *B* pe figura 3) :
1 — ușă ; *2* — balamaua ușii ; *3* — bolțul balamalei ; *4* — sistemul de echilibrare cu arc ; *5* și *6* — urechi de prindere a sistemului de echilibrare — prima fixă, cealaltă mobilă ; *7* — brațe cotite

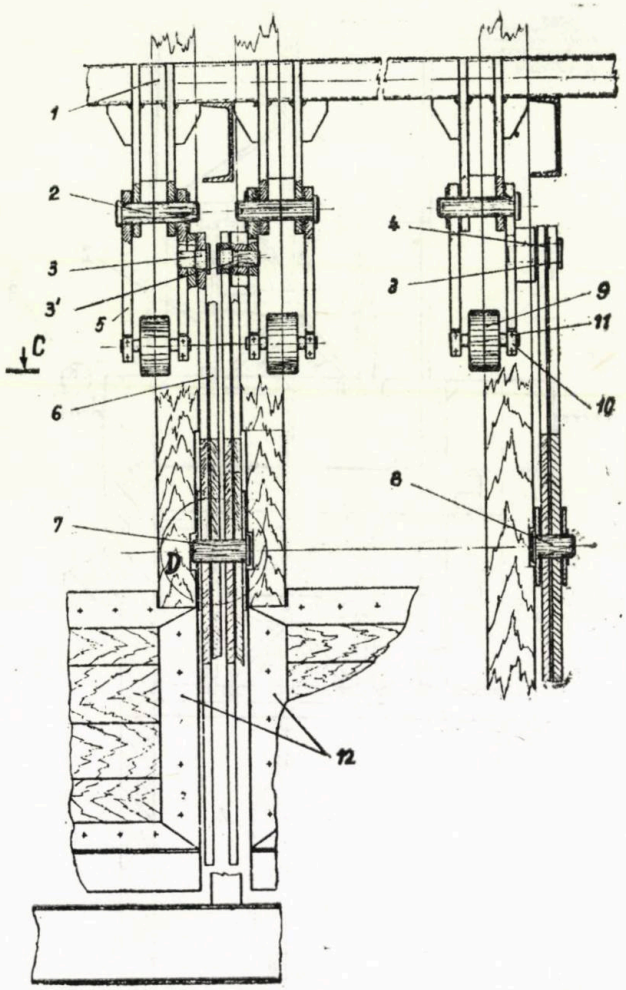


Fig. 5 *a*. Vedere de detaliu a mecanismului ușilor în zona dintre compartimentele de transport :
1 — grindă fixă pentru articularea brațelor cotite ; *2* — bolțul articulației brațelor cotite la grinda fixă ; *3* și *3'* — bolțuri de articulație între pîrghiile cotite și pîrghiile rotitoare ; *4* — distanțier între pîrghiile rotitoare ; *5* — brațe cotite ; *6* — pîrghii rotitoare (4 buc. între compartimentele de transport și 2 buc. pe laturile exterioare) ; *7* și *8* — bolțuri pentru articularea pîrghiilor rotitoare ; *9* — rola brațelor cotite ; *10* — capacul lagărului rolei ; *11* — axul rolei ; *12* — ușile podului

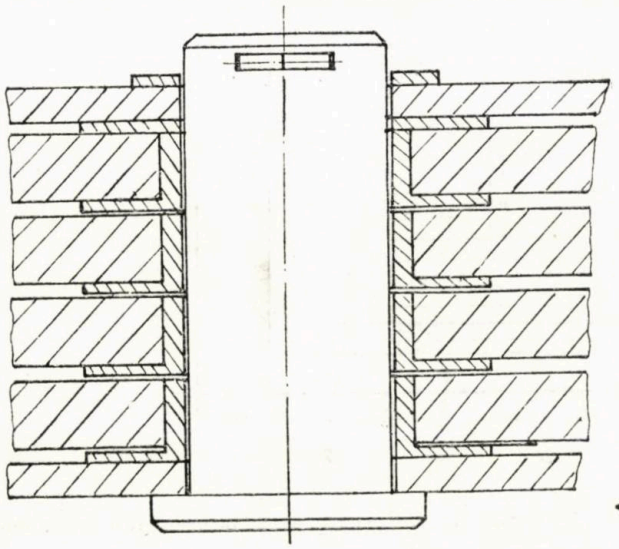


Fig. 5 *b*. Detaliu pentru articulația pîrghiilor rotitoare cu brațele cotite din zona dintre compartimentele de transport

ușilor pentru ca acestea să aibă tot timpul tendință de închidere, pentru a nu complica instalația cu dispozitive speciale pentru realizarea închiderii.

Instalația funcționează folosind forța de tracțiune din cablul de extracție, la cursa de ridicare a chiblei, și prin greutatea saniei, la cursa de coborîre a chiblei.

III. Funcționare

Funcționarea instalației poate fi urmărită pe figura 1.

La cursa de ridicare a chiblei, sania vine în contact cu rolele ușilor prin profilele curbate superioare, provocînd rotirea ușilor în jurul articulațiilor *A*, pînă la deschiderea completă, așa cum se arată în figura 1 *b*.

Mișcarea ușilor se transmite prin intermediul pîrghiilor rotitoare, pîrghiilor cotite, pe care le rotește în jurul articulației *E*, în sens de deschidere, determinînd destinderea arcului elicoidal al sistemului de reacție. Forța de compresiune a arcului sistemului de reacție, realizînd doar parțial echilibrarea statică a mecanismului ușilor, rolele de pe uși și pîrghiile cotite se mențin în contact permanent cu profilele curbate ale saniei pe întreaga durată de trecere a acesteia prin dreptul podului. Închiderea ușilor se realizează deci prin momentul rămas neechilibrat al sistemului considerat față de articulațiile *A*.

Deschiderea și închiderea ușilor se face lin, aceasta asigurîndu-se de profilele curbate de pe sanie care au o formă adecvată unor legi de mișcare lipsite de șocuri.

La cursa de coborîre, sania vine în contact, prin profilele curbate inferioare, cu rolele pîrghiilor cotite, pe care le silește să se rotească în jurul articulației *E*, în sensul de deschidere. În această mișcare, prin intermediul pîrghiilor rotitoare, sînt deschise ușile, iar arcul elicoidal al sistemului de reacție este decomprimat. Momentul static, rămas neechilibrat cu sensul de închidere, menține rolele *14* și *15* în contact permanent cu profilele curbate ale saniei pe toată durata de trecere a acesteia prin dreptul podului de siguranță.

Închiderea ușilor se realizează lin prin intermediul profilelor curbate superioare ale saniei, identice cu profilele curbate inferioare.

IV. Transportul materialelor și personalului muncitor

Încărcarea și descărcarea chiblei cu materiale se poate realiza fie cu suspendarea saniei în turnul de extracție și așezarea chiblei pe podul de la suprafață (care se poate orizontaliza constructiv), fie fără desprinderea saniei de ghidare. În general, se va lucra fără a suspenda sania în turn, așa cum se procedează în sistemul actual.

Construcția saniei permite legarea lanțului la inelul de pe fundul chiblei și bascularea ei, pe o rampă situată imediat deasupra podului de descărcare.

În cazul materialelor lungi, care nu depășesc în lungime ansamblul chiblă-sanie de ghidare, nu se ridică probleme pentru transportul acestora nici în jos, spre front, și nici în sus, spre gura puțului; sistemul poate realiza deschiderea-închiderea ușilor, așa cum s-a descris mai sus.

În cazul transportului de materiale mai lungi decît ansamblul sanie-chiblă, la urcare trebuie făcut apel la actualul sistem de deschidere-închidere, menținut în stare de funcționare pasivă, în paralel.

Transportul de personal se efectuează cu sania de ghidare nedesprinsă de chiblă. Urcarea (coborîrea) persoanelor în chiblă, la suprafață, se va face de pe o platformă amenajată în acest scop la nivelul grinzilor-suport ale articulațiilor

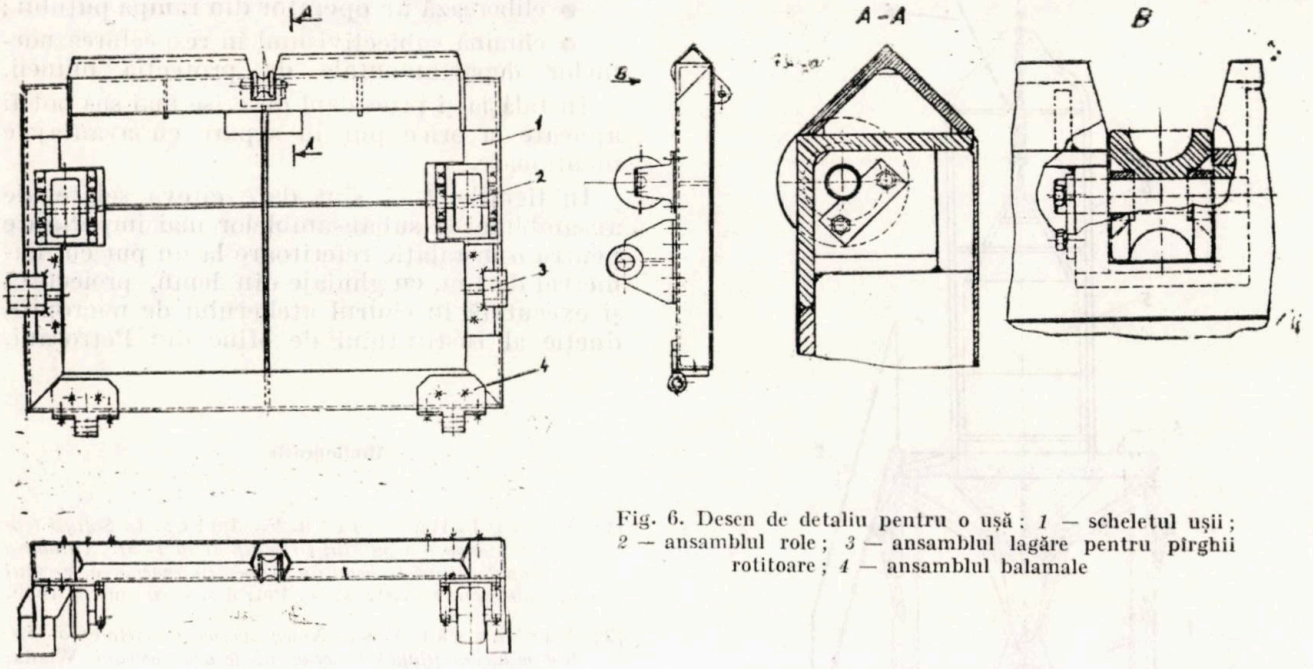


Fig. 6. Desen de detaliu pentru o ușă: *1* — scheletul ușii; *2* — ansamblul role; *3* — ansamblul lagăre pentru pîrghii rotitoare; *4* — ansamblul balamale

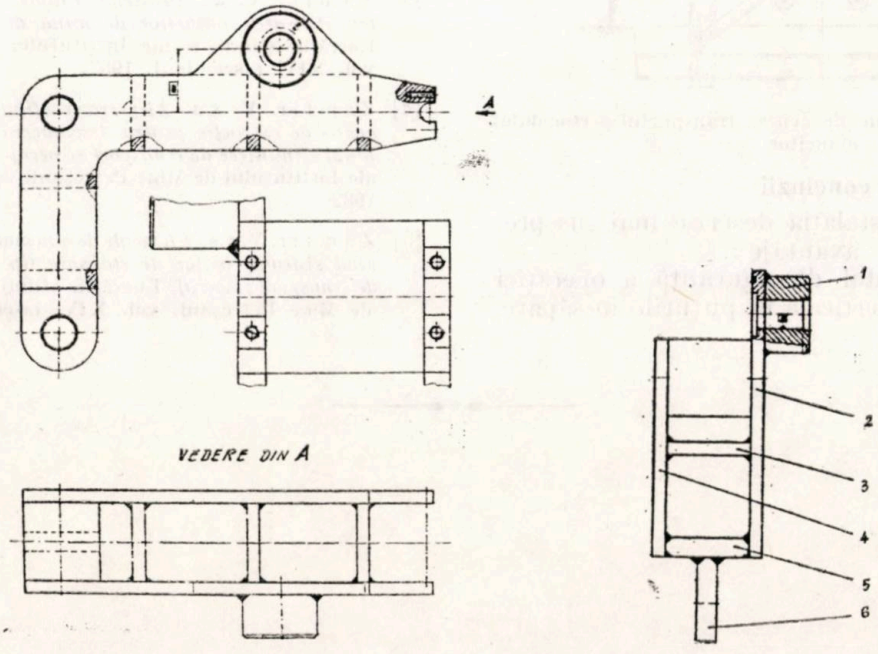


Fig. 7. Desen de detaliu pentru un braț cotit:
1 — bolț pentru pîrghii rotitoare; *2* și *4* — plăci laterale; *3* și *5* — nervuri; *6* — placă centrală

brațelor cotite ale podului. În acest scop, sania se oprește cu profilul activ inferior în dreptul rolelor de pe brațele cotite, dar fără ca acestea să fie deschise, se blochează chibla contra balansării pe timpul urcării sau coborîrii personalului, cu două obloane rabatabile montate fie pe podul platformei, fie pe sanie în spațiul neutil dintre cele două profile ce formează cama dinspre același ghidaj (fig. 8).

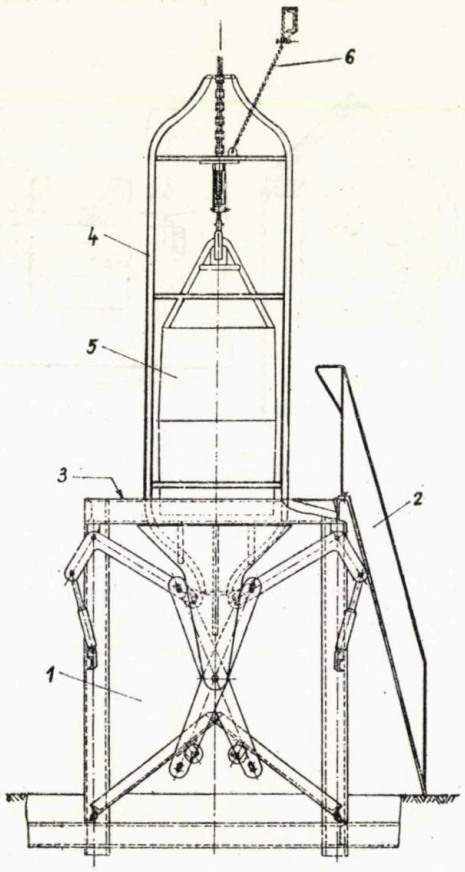


Fig. 8. Schema de principiu pentru transportul personalului muncitor

V. Avantaje și concluzii

Procedeul și instalația descrise mai sus prezintă următoarele avantaje :

- mărește gradul de siguranță a operației de transport pe verticală în puțurile în săpare, în strînsă conformitate cu articuolul sus-menționat din N.D.P.M. ;
- mărește productivitatea muncii la săparea puțurilor ;
- asigură mecanizarea și automatizarea operațiilor de deschidere și închidere a ușilor podurilor de siguranță din puțurile miniere în săpare, într-un mod simplu și eficient ;
- micșorează numărul de agregate și instalații din rampa puțurilor ;
- eliberează un operator din rampa puțului ;
- elimină subiectivismul în respectarea normelor departamentale de protecția muncii.

Instalația și procedeul descrise mai sus pot fi aplicate la orice puț în săpare cu avantajele menționate.

În figurile 2—7 sînt date cîteva schițe ale ansamblului și subansamblelor mai importante pentru o instalație referitoare la un puț cu diametrul de 4 m, cu ghidaje din lemn, proiectată și executată în cadrul atelierului de microproducție al Institutului de Mine din Petroșani.

Bibliografie

[1] Matei, I., Băltăreţu, F., Jurca, L. *Soluţii tehnice de etanşare a puţului cu schip de la I. M. Aninoasa in scopul utilizării acestuia şi pentru evacuarea aerului din subteran.* Revista Mine, Petrol şi Gaze, nr. 5, 1980.

[2] Tarkowski, T. ş.a. *Nowy sposob uszczelnicnia szybow wentijlaczyjnych a urzademicne wyciagowyni.* Wiadamosci gornicze, nr. 7, 1976.

[3] Zamfir, V. ş.a. *Proiectarea unui sistem tip ecluză pentru etanşarea puţurilor de mină de transport şi aeraj.* Lucrările ştiinţifice ale Institutului de Mine Petroşani, vol. XIV, fascicula I, 1982.

[4] Zamfir, V. ş.a. *Alegerea profilului ghidajelor de pe vasele de extracţie pentru deschiderea uşilor de aeraj din puţurile miniere de transport şi aeraj.* Lucrările ştiinţifice ale Institutului de Mine Petroşani, vol. XIV, fascicula I, 1982.

[5] Zamfir, V. ş.a. *Elemente de cinematică şi dinamică privind sistemul uşilor de etanşare tip ecluză din puţurile de transport şi aeraj.* Lucrările ştiinţifice ale Institutului de Mine Petroşani, vol. XIV, fascicula I, 1982.

Efecte locale de solicitare a profilelor metalice utilizate la armarea galeriilor circulare

Conf. dr. ing. **G. Petrescu**,
dr. ing. **C. Păsărin**,
ing. **D. Plăvicheanu**,
asist. ing. **D. Ilincioiu**

I. Introducere

Actualele susţineri metalice din profil SG se realizează din elemente suprapuse şi strînse cu bride, formîndu-se un inel continuu (fig. 1). Zona legăturii este deci formată din două profile SG, schematizate în secţiune, sub formă de clopot, strînse cu bride (fig. 2). Datorită formei şi dimensiunilor, cele două profile nu se îmbină perfect, astfel că ele nu se sprijină, la bază, unul pe celălalt, contactul fiind numai lateral. În aceste condiţii, forţele de strîngere vor produce un efect de despicare a profilului inferior şi de strîngere a celui superior. Pentru calculul momentului de închidere sau deschidere a profilului, se separă cele două elemente, se înlătură bridele şi se introduc reacţiile respective (fig. 3).

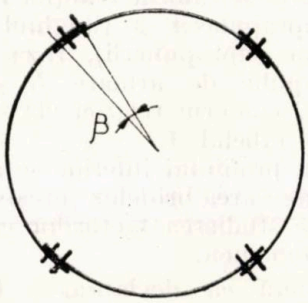


Fig. 1

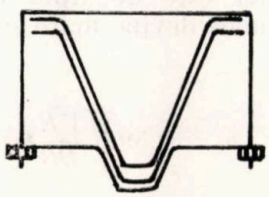


Fig. 2

S-au făcut notaţiile:
V — reacţia în brida de legătură;
F — reacţia între profile;
F_1 — forţa de frecare între profile.

Parametrii geometrici l, l_1, a_1, b, e şi α se vor măsura efectiv pe profile (fig. 4).

Reacţiile din bride se obţin din condiţiile de echilibru ale elementelor susţinerii şi sînt puternic influenţate de deplasarea bridelor. Calculul lor este prezentat în lucrarea [1].

II. Calculul de rezistenţă al profilelor

Se scrie ecuaţia de echilibru a forţelor proiectate pe verticală, pentru unul din profile:

$$-4V + 2F \sin\alpha + 2F\mu\cos\alpha = 0, \qquad (1)$$

din care rezultă reacţia F între profile:

$$F = \frac{2V}{\sin\alpha + \mu\cos\alpha}. \qquad (2)$$

În funcţie de reacţia între un profil şi bridă se vor determina eforturile produse la baza profilelor, în punctele A şi B.

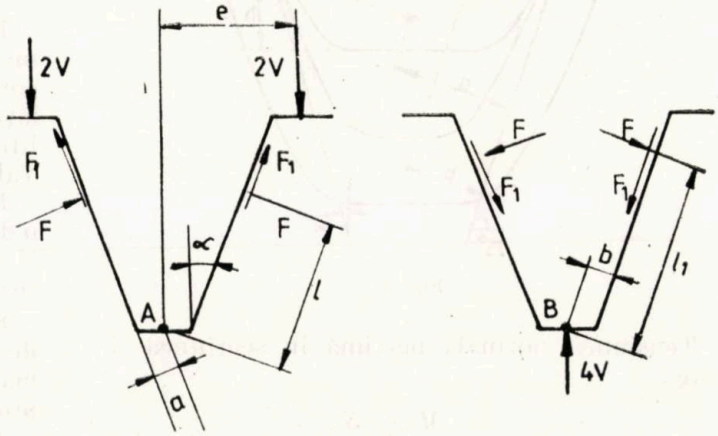


Fig. 3

Pentru profilul superior, eforturile sînt:

$$N_A = 2V\frac{\mu\sin\alpha - \cos\alpha}{\mu\cos\alpha + \sin\alpha},$$

$$M_A = 2V\left(\frac{l+\mu a}{\sin\alpha + \mu\cos\alpha} - e\right), \qquad (3)$$

iar pentru profilul inferior:

$$N_B = 2V\frac{\cos\alpha - \mu\sin\alpha}{\mu\cos\alpha + \sin\alpha},$$

$$M_B = -2V\frac{l_1 + \mu b}{\sin\alpha + \mu\cos\alpha}. \qquad (4)$$

Se consideră că în secțiunile A și B solicitarea nu afectează întregul element, ci numai o porțiune de lungime, d, astfel încît aria secțiunii supusă la efort este :

$$S = d \cdot h, \tag{5}$$

unde h este grosimea profilului la bază.

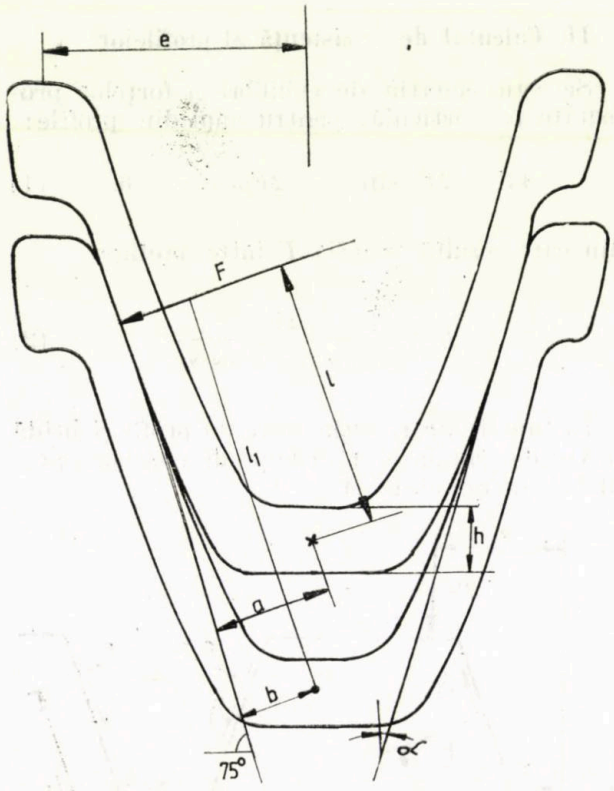


Fig. 4

Tensiunea normală maximă în secțiunea A este :

$$\sigma_A = \frac{M_A}{W} + \frac{N_A}{S}, \tag{6}$$

unde W este modulul de rezistență la încovoiere a bazei profilului :

$$W = \frac{dh^2}{6}, \tag{7}$$

iar în secțiunea B :

$$\sigma_B = \frac{M_B}{W} + \frac{N_B}{S}. \tag{8}$$

După înlocuire se obțin relațiile :

$$\sigma_A = 2\frac{V}{dh}\left[\left(\frac{l + \mu a}{\sin\alpha + \mu\cos\alpha} - e\right)\frac{6}{h} + \right.$$

$$\left. + \frac{\cos\alpha - \mu\sin\alpha}{\mu\cos\alpha + \sin\alpha}\right], \tag{9}$$

$$\sigma_B = 2\frac{V}{dh}\left(\frac{l_1 + \mu b}{\mu\cos\alpha + \sin\alpha}\cdot\frac{6}{h} + \right.$$

$$\left. + \frac{\mu\sin\alpha - \cos\alpha}{\mu\cos\alpha + \sin\alpha}\right). \tag{10}$$

Se măsoară parametrii geometrici ai profilelor :

$l = 6$ cm; $b = 1{,}8$ cm;

$a = 2{,}8$ cm; $h = 1{,}5$ cm;

$e = 6$ cm; $d = 100$ cm;

$l_1 = 9{,}2$ cm; $\alpha = 15°$.

Se consideră coeficientul de frecare $\mu = 0{,}4$. Se folosesc aceste valori, relațiile (9) și (10) devenind :

$$\sigma_A = 42{,}5\frac{V}{dh}, \tag{11}$$

$$\sigma_B = 135\frac{V}{dh}. \tag{12}$$

Introducîndu-se valorile reacției V, funcție de mărimea suprapunerii β (unghiul de centru corespunzător suprapunerii), raza galeriei R, lățimea cîmpului de armare L și presiunea litostatică p, conform relației (1) s-au obținut valorile din tabelul 1.

Despicarea profilului inferior se accentuează o dată cu alunecarea bridelor (crește reacția V) și se impune studierea factorilor care influențează acest fenomen.

Se consideră că declanșarea fenomenului de alunecare a bridelor se datorește strivirii materialului la contactul între jugul bridei și profil.

Acest contact este de tipul cilindru-plan, astfel că presiunea devine mare și se calculează cu relația :

$$p_c = 0{,}59\sqrt{\frac{VE}{DG}}, \tag{13}$$

în care :

E reprezintă modulul de elasticitate longitudinal, daN/cm²;

D — diametrul barei jugului, cm;

G — lungimea generatoarei de contact între jug și profil, cm.

Se consideră valorile $D = 3$ cm, $G = 2$ cm și $E = 2{,}1 \cdot 10^6$ daN/cm², ce țin seama de legătura reală; rezultă presiunea de contact :

$$p_c = 348{,}1\sqrt{V}. \tag{14}$$

Tabelul 1

Unghiul de suprapunere, $\beta°$		15	12	9	6	3
Reacția de bridă, $V : pLR$		3,15	3,92	5,21	7,79	15,56
Reacția între profile, $F : pLR$		9,45	11,76	15,63	23,37	46,68
Tensiunea maximă, $\sigma : \frac{pLR}{dh}$	σ_A	133,5	150	199,5	337,5	660
	σ_B	432	525	697,5	1050	1545
Presiunea de contact	$\frac{p_c}{\sqrt{pLR}}$	615	690	790	975	1380
	$\frac{p'_c}{pLR}$	0,0945	0,1176	0,1563	0,2337	0,4668

Verificarea la strivire se poate face și între profile, presiunea de contact fiind :

$$p'_c = \frac{F}{S_c} \qquad (15)$$

unde :

S_c este aria suprafeței de contact, care, în cazul profilului SG—23, are aproximativ 100 cm².

Avem deci :

$$p'_c = 0{,}01\ F. \qquad (16)$$

Precizăm că în relația (14) coeficientul radicalului are dimensiunea ($daN^{1/2} \cdot cm^{-2}$), iar în relația (16) (cm^{-2}). Valorile presiunilor de contact au fost calculate, pentru diferite suprapuneri, în tabelul 1.

Se consideră o suprapunere $\beta = 6°$, presiune litostatică $p = 30$ tf/m², cimp de armare $L = 50$ cm și raza galeriei $R = 150$ cm. În aceste condiții obișnuite în practică, tensiunile normale la baza profilelor devin $\sigma_A = 50\,550$ daN/cm², $\sigma_B = 157\,500$ daN/cm² în comparație cu tensiunea de rupere a materialului $\sigma_r = 4\,300$ daN/cm². Presiunea de contact pe jug și între profile este, în aceleași condiții, $p_c = 146\,250$ daN/cm² și $p'_c = 5\,258$ daN/cm², comparativ cu presiunea admisibilă la contact $p = 6\,000$ daN/cm².

Concluzii

Se constată, pentru condiții normale de exploatare, următoarele aspecte legate de solicitările ce apar în legăturile cu bride ale profilelor.

1. Producerea de forțe de reacție între profile cu valori mari.

2. Generarea de tensiuni normale maximale la baza profilelor, mai mari în cel inferior, datorită efectului de despicare. S-a ajuns deci la rezultate teoretice probate de crăparea în practică a profilelor.

3. Presiunea de contact pe jug este mult peste cea admisibilă, rezultatul fiind striviri locale plastice, apariția jocurilor și lunecarea bridelor.

4. Presiunea de contact între profile este în limite admisibile.

Pentru îmbunătățirea situației și evitarea producerii tensiunilor excesive se propun următoarele :

- Anularea efectului de pană prin stabilirea contactului între profile și la partea inferioară prin introducerea de adaosuri, urmînd ca ulterior profilele să fie astfel laminate, încît să se înlăture deficiența semnalată.
- Brida actuală, compusă din jug și platbandă, să fie înlocuită cu două platbande (superioară și inferioară) cuplate prin două șuruburi standardizate (de serie). Se va studia chiar posibilitatea de înlocuire a celor două bride cu o singură legătură prevăzută cu mai multe perechi de șuruburi normalizate.
- Se va împiedica apropierea bridelor prin acroșarea lor de capetele profilelor.
- Se va evita micșorarea zonei de suprapunere a profilelor.
- Piulițele vor fi prevăzute cu șaibe elastice care să compenseze eventualele jocuri ce apar în legături, jocuri ce vor permite alunecarea acestora și amplificarea solicitărilor.

Bibliografie

[1] Petrescu,G. ș.a. *Considerații privind influența mărimii zonei de suprapunere a profilelor metalice utilizate la armarea galeriilor de secțiune circulară.* Mine, Petrol și Gaze, nr. 11, 1984.

[2] Buzdugan, Gh. *Rezistența materialelor.* Ed. didactică și pedagogică, București, 1972.

[3] Deutsch, I. *Probleme de rezistența materialelor.* Ed. didactică și pedagogică. București, 1979.

Dispecer central pentru culegerea şi prelucrarea datelor privind funcţionarea excavatoarelor din cariere

E. Barbu
I. Lixandru
student A. Zamfir
Institutul Politehnic Bucureşti

I. Introducere

Pornind de la realităţile momentului actual, cînd criza energetică mondială impune utilizarea tot mai sporită a resurselor de cărbune în locul celor de hidrocarburi, şi în ţara noastră s-a dat un nou impuls exploatării zăcămintelor de cărbuni.

Cu ajutorul tehnicii avansate, pot fi satisfăcute două aspecte importante, şi anume:
— exploatarea intensivă a cărbunelui;
— utilizarea lui în domenii şi cu posibilităţi foarte largi.

Pornind de la premisa că excavatoarele şi utilajele ce servesc extracţici cărbunelui de la suprafaţă au un preţ de cost ridicat şi sînt instalate pe o suprafaţă întinsă, este necesară o permanentă şi riguroasă supraveghere a bunei lor funcţionări, pentru obţinerea unui randament de extracţie corespunzător capacităţii proiectate.

În aceste condiţii, a fost elaborat „Sistemul de telesupraveghere prin radio a excavatoarelor de cărbune de la suprafaţă", la cererea Combinatului minier Rovinari, pe bază de contract.

Necesitatea acestui contract pentru beneficiar rezidă din cerinţele de informare permanentă a conducerii Combinatului minier Rovinari asupra stării de funcţionare a utilajelor, pentru ca, în cazul defectării, să poată avea loc o intervenţie operativă şi deci de a elimina inconvenientele manifestate de sistemul de pînă în prezent.

Actualul sistem a fost conceput avîndu-se în vedere atît un consum de energie redus, cît şi o fiabilitate ridicată.

Pe de altă parte, utilizarea acestui sistem face ca erorile introduse de aportul uman să fie eliminate.

Sistemul este capabil să testeze ciclic starea excavatoarelor, să afişeze stările de nefuncţionare şi să contorizeze întreruperile.

Compatibilitatea funcţională a sistemului de telesupraveghere este asigurată de următoarele blocuri pe care le cuprinde ca unităţi independente:

- unitatea terminală care se află amplasată pe excavator;
- unitatea centrală de comandă programată a ciclului de testare care, împreună cu cele ce urmează, se află în pupitrul de comandă al dispecerului central;
- unitatea centrală de comandă automată a ciclului de testare în cazul nefuncţionării sistemului de pe excavator;
- unitatea centrală de comandă a părţii automate a sistemului de memorare, de contorizare şi de afişare a stărilor senzorilor de pe excavator.

II. Prezentare generală a sistemului

Sistemul face parte din realizarea practică a contractului cu Combinatul minier Rovinari, urmărind îmbunătăţirea indicelui de utilizare a excavatoarelor în cazul exploatărilor la suprafaţă, prin supravegherea şi semnalizarea operativă a funcţionării utilajelor, centralizarea datelor în scopul măririi promptitudinii intervenţiilor în caz de deranjamente.

La elaborarea sistemului de telesupraveghere, s-a urmărit obţinerea unei fiabilităţi ridicate, reducerea volumului echipamentului şi a consumului de energie al acestuia, eliminarea erorilor introduse de operatorul uman.

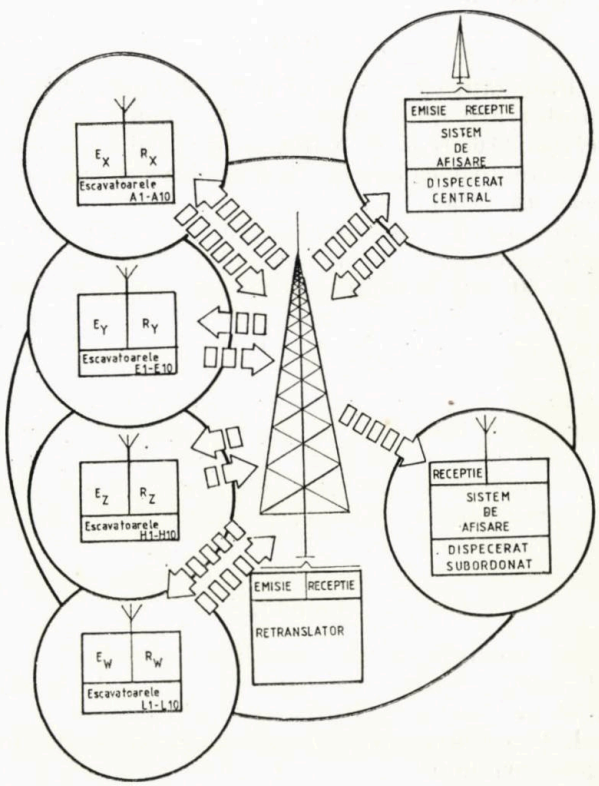


Fig. 1. Schema-bloc pentru transmisia şi recepţia datelor prin comunicaţii radio semiduplex

Acest sistem este capabil să permită testarea ciclică a stării excavatoarelor, să afișeze stările de nefuncționare și să contorizeze intre-

surse independente, cu capacitatea de comutare automată de pe o sursă pe alta.

9. Realizarea modulară a subansamblelor în vederea unei depanări operative.

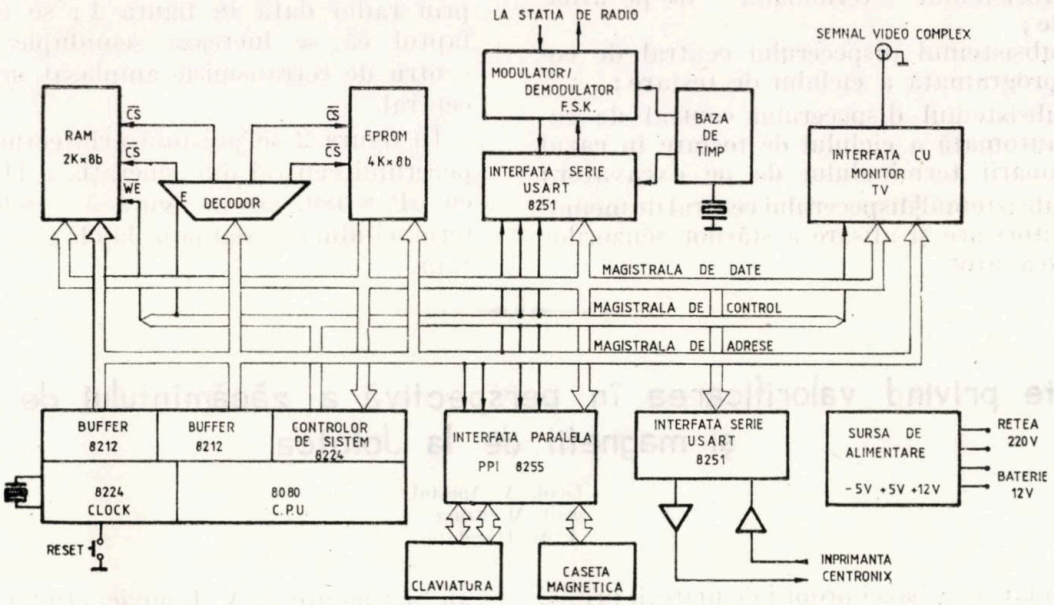


Fig. 2. Dispecer central generația a III-a cu microprocesor 8 080

ruperile la dispecerul central, iar periodic să le memoreze și să afișeze rezultatele.

III. Principalele condiții tehnice impuse sistemului de telesupraveghere

1. Recunoașterea adresei terminalului instalat pe excavator de către dispecerat, cu afișarea și imprimarea informațiilor de stare.

2. Realizarea compatibilității funcționale între terminalele de pe excavator și echipamentele punctelor de dispecerat.

3. Recunoașterea (identificarea) și memorarea temporară a adreselor codificate ale terminalelor amplasate pe excavatoare A_i, E_j, H_k, L_l unde $i, j, k, l = 1 - 10$.

4. Posibilitatea transmiterii adreselor între terminalele de pe excavatoare într-o ordine prestabilită, în scopul declanșării acestora.

5. Capacitatea de comutare automată a terminalului de pe excavator din regim de recepție în regim de emisie și invers.

6. Declanșarea testării automate a senzorilor de control ai funcționării excavatorului și transmiterea informațiilor modulate în frecvență de la dispecer.

7. Posibilitatea comenzilor manuale și automate de testare ciclică, emise de dispecerat către oricare din terminalele de pe excavator.

8. Asigurarea unei alimentări permanente cu energie electrică a echipamentelor de la două

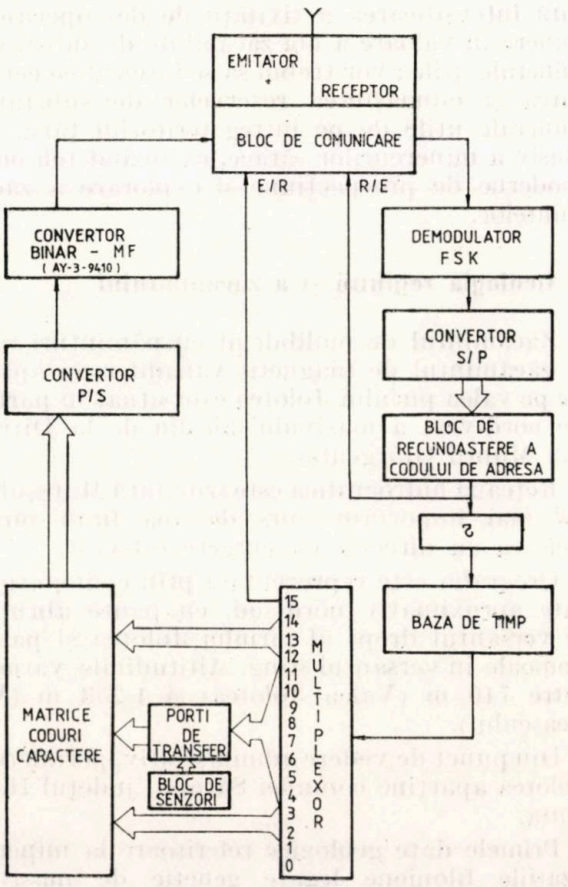


Fig. 3. Schema-bloc a terminalului de pe utilajele grele

Pentru a satisface cerințele beneficiarului și a asigura compatibilitatea funcțională, sistemul de telesupraveghere a fost alcătuit din patru subsisteme interdependente :

a — subsistemul — terminalul — de pe utilajele grele ;

b — subsistemul dispecerului central de comandă programată a ciclului de testare ;

c — subsistemul dispecerului central de comandă automată a ciclului de testare în cazul nefuncționării terminalului de pe excavator ;

d — subsistemul dispecerului central de memorare, contorizare și afișare a stărilor senzorilor de pe excavator.

Subsistemul de la punctul **a** se află amplasat pe excavator, iar subsistemele **b**, **c**, **d** se află în pupitrul de comandă al dispecerului central.

Acestea sînt prezentate în schema legăturilor prin radio dată în figura 1 ; se menționează faptul că se lucrează semiduplex, avînd un centru de retransmisie amplasat într-un punct central.

În figura 2 se prezintă arhitectura microdispecerului central din generația a III-a, echipat cu μP 8 080, iar în figura 3 — schema-bloc a terminalului instalat pe utilajele grele de la suprafață.

Aspecte privind valorificarea în perspectivă a zăcămîntului de molibden și magnetit de la Jolotca

Geol. A. Apostol
geol. M. Szasz
I. M. Harghita

Pentru lărgirea bazei proprii de materii prime, sporirea gradului de asigurare, din resurse interne, a necesităților economiei naționale, reducerii substanțiale a importului, este necesară intensificarea activității de descoperire și punere în valoare a noi zăcăminte de substanțe minerale utile ; vor trebui să se intensifice cercetarea și cunoașterea rezervelor de substanțe minerale utile de pe întreg teritoriul țării, inclusiv a minereurilor sărace, extinzînd tehnicile moderne de prospecțiune și explorare a zăcămintelor.

Geologia regiunii și a zăcămîntului

Zăcămîntul de molibdenit cu pămînturi rare și zăcămîntul de magnetit vanadifer cu apatit de pe valea pîrîului Jolotca este situat în partea de nord-vest a masivului alcalin de la Ditrău din Munții Giurgeului.

Rețeaua hidrografică este tributară Mureșului, cel mai important curs de apă fiind pîrîul Jolotca cu direcție de curgere est-vest.

Orografia este reprezentată prin coline orientate aproximativ nord-sud, cu pante abrupte în versantul drept al pîrîului Jolotca și pante domoale în versantul stîng. Altitudinile variază între 740 m (Valea Jolotca) și 1 253 m (Vf. Teascului).

Din punct de vedere administrativ, perimetrul Jolotca aparține comunei Sărmaș, județul Harghita.

Primele date geologice referitoare la mineralizațiile filoniene legate genetic de masivul alcalin Ditrău și de rocile mafice de la Jolotca, delimitate cartografic sub formă de lentile, au fost făcute de V. Ianovici (1929) și A. Streckeisen (1934).

Cercetările geologice complexe întreprinse între anii 1951—1958 din inițiative și cu conducerea profesorilor V. Ianovici și Al. Codarcea s-au soldat cu evidențierea în cadrul asociației mineralogice a filoanelor de la Jolotca a unor noi minerale utile, îndeosebi molibdenit și monazit.

Prin prospecțiunile geologice și radiometrice executate de Fl. Tănăsescu și G. Martiniuc în perioada 1954—1958 au fost descoperite noi aliniamente filoniene mineralizate.

Verificarea cu lucrări miniere subterane sau foraje a principalelor anomalii magnetometrice și radimetrice a fost executată de ISEM, rezultatele fiind consemnate în raportul întocmit de M. Corbu.

Reluarea cercetărilor geologice (IGEX, 1967—1970) și (I.P.E.G. Harghita 1970—1982) au permis evidențierea unor noi zone de substanță minerală utilă, reconsiderarea din punct de vedere economic a parametrilor calitativi, creșterea substanțială a rezervelor, elucidarea condițiilor de zăcămînt, a tectonicii, rezultatele fiind consemnate în rapoartele întocmite de N. Garbașevschi și colaboratorii.

Geologia regiunii

Masivul alcalin de la Ditrău a fost intrus în formațiunile cristalofiliene prepermiene și a fost antrenat în tectonica alpină a catenei Carpaților Orientali ; are o formă eliptică și o suprafață de aflorare de circa 175 km². În apropierea masivului, pînza mezocretacică bucovinică, care îl cuprinde, este reprezentată de următoarele serii litostratigrafice (Balintoni, 1981).

- seria de Rebra (șisturi cuarț-biotit-muscovit ± granat, calcare cristaline);
- seria de Negrișoara (paragnaisuri cuarțitice cu biotit, porfiroide de Pietrosu);
- seria de Tulgheș (cuarțite negre, șisturi sericito-cloritoase, porfirogene);
- formațiunea de Mîndra (gnaisuri de Mîndra);
- seria de Rarău (micașisturi, gnaisuri, granitoide).

Rezultatele cercetărilor efectuate s-au soldat cu un model în care rocile masivului Ditrău formează două asociații petrografice distincte, corespunzînd la două elemente structurale majore: ringul (marginal) și stockul (central). Rocile filoniene din familia lamprofirelor traversează ambele asociații petrografice.

Rocile ringului sînt reprezentate de:

— complexul rocilor de contact (granite, monzogranite, sienite cu cuarț, monzonite cu cuarț);

— complexul Jolotca (monzodiorite, diorite, hornblendite);

— complexul Halașag — Putna (monzonite cu hornblendă și biotit, monzonite cu biotit, sienite cu biotit, sienite alcalifeldspatice cu agregate de mică albă).

În cadrul rocilor stockului se deosebesc două linii, în funcție de raportul dintre plagioclaz și feldspatul alcalin:

- roci cu feldspat alcalin predominant (Juvite-Foyaite-malignite);
- roci cu raport variabil între plagioclaz și feldspatul alcalin (miaskite-monzonite alcaline-diorite și meladiorite alcaline, meladiorite).

Rocile filoniene sînt reprezentate prin lamprofire (camptomite, spessartite) și tinguaite.

Masivul alcalin este format la contactul cu șisturile cristaline cu aureolă termică tipică constituită din corneene cu biotit, cordierit, andaluzit, corindon, spinel.

Determinările de vîrstă absolută efectuate pe biotitul din sienite și corneene au indicat vîrsta de circa 150 mil ani ce poate fi considerată vîrsta de răcire a sienitelor.

Geologia zăcămîntului

Zăcămîntul de molibdenit și terre rare

Mineralizațiile filoniene de la Jolotca sînt cantonate, în special, în rocile complexului mezocrat — melanocrat (cu rol de ecran și mediu favorabil pentru precipitarea soluțiilor pneumatolit — hidrotermale), ocupînd sisteme spațiale concordante cu unele din sistemele de filoane de lamprofire, fără a prezenta o afiliație genetică cu acestea.

Din punct de vedere petrografic apar diorite, meladiorite, diorite pegmatoide, sienite, roci carbonatice-albitice de care este legată mineralizația.

Mineralizația de molibden și pămînturi rare are un caracter predominant filonian, prezentîndu-se sub formă de filoane simple, compuse sau sisteme de fascicule de filoane subparalele, grupate în aliniamente orientate în general est-vest, cu înclinări spre nord de 40—60°; local pot apărea zone de impregnație, cuiburi sau rețele fine de filonașe.

Concentrările filoniene sînt existente direcțional pe lungimi de cîteva sute de metri (1 300 m în sectorul Filip), grosimea filoanelor variază de la cîțiva centimetri pînă la 1,2 m, înălțimea pe înclinare a coloanei mineralizate cunoscute pînă în prezent fiind de 900 m (sector Filip).

Din punct de vedere metalogenetic, se disting două tipuri de mineralizații caracterizate prin parageneze, mod de prezentare și răspîndire diferite:

— mineralizația cu monazit și pirită, cu gangă de carbonați, subordonat clorit, cuarț și apatit, depusă sub formă de filonașe și cuiburi; se mai întîlnesc blenda, galena, oxizi de titan și niobiu;

— mineralizația cu molibdenit reprezentată sub formă de vinișoare și impregnații foarte fine, urmînd un sistem neregulat de fisuri fine în toate tipurile de roci.

În compoziția mineralogică a filoanelor intră.

Sulfurile:

— pirita ce formează cuiburi sau agregate de cristale idiomorfe sau hipidiomorfe asociată cu carbonații, oxizii și celelalte sulfuri;

— marcasita apare sporadic;

— sfaleritul formează cuiburi sau plaje asociat celorlalte minerale;

— galena sub formă de impregnații fine în gangă carbonatică;

— calcopirita apare subordonat celorlalte sulfuri și se prezintă sub formă de plaje izolate, incluziuni în sfalerit și galenă;

— pirotina apare sub formă de incluziuni xenomorfe în pirită;

— bismutina apare rar sub formă de plaje în galenă.

— molibdenitul apare ca venule și pelicule dispuse pe microfisuri, dar și ca impregnații foarte fine în aproape toate tipurile de roci din apropierea filoanelor; mai frecvent apare asociat cu oxizii, sulfurile și mai ales cu carbonații; formează agregate filamentoase, cristale lamelare, curbate, răsucite; apare frecvent pe fisurile din sfalerit și galenă, pe contactul ilmenit-cuarț sau mulează cristalele de pirită. Molibdenitul de la Jolotca apare sub forma celor două varietăți structurale: hexagonal și trigonal.

Oxizii:

— rutilul este unul din mineralele principale sub aspect cantitativ, se concentrează în acoperișul sau culcușul filoanelor;

— ilmenitul apare sub forma de plaje care corodează și substituie parțial granulele de rutil;

— magnetitul apare sub forma a două generații, una mai veche, asociată zonelor cu rutil și pirită, și una mai nouă, asociată venirilor de carbonați microgranulari;

— hematitul, goethitul, lepidocrocitul sînt componente sporadice;

— mineralele cu terre rare ± toriu.

Fosfații:

— monazitul formează agregate microgranulare cu aspect radial; se asociază cu carbonații, rutilul, pirita, orthitul;

— xenotimul este asociat cu monazitul.

Silicații:

— orthitul se prezintă sub forma unor cristale prismatice grupate în agregate cu aspect radial; se asociază cu carbonații, monazitul, rutilul.

Carbonații:

— parisitul și bastnasitul apar în cantități subordonate.

Structurile cele mai întîlnite sînt cele granulare, apar și structuri de substituție, ca și cele de dezamestec.

În ansamblu, filoanele prezintă texturi masive, rubanate.

Zăcămîntul de magnetit vanadifer și apatit

Zăcămîntul de roci ultramafice cu minerale accesorii utile de la Jolotca se prezintă sub formă de corpuri enclavate în masa rocilor dioritice.

Din punct de vedere petrografic, zăcămîntul este constituit din hornblendite, hornblendite biotitice, hornblendite piroxenice ± olivină, meladiorite și lamprofire.

Mineralogic, în hornblendite predomină amfibolii, subordonat apar biotitul, piroxenul, plagioclazul. Ca minerale accesorii se întîlnesc magnetitul, ilmenitul, apatitul și sfenul.

— Magnetitul apare în proporții de 5—12% sub formă de cristale de dimensiuni variabile (0,3—3 mm); uneori cristalele se aglomerează formînd granule; se asociază cu hornblenda, apatitul, ilmenitul, în parageneză cu care prezintă conținuturi ridicate în vanadiu (0,1—0,5%).

— Ilmenitul este subordonat magnetitului, apare sub formă de impregnații în masa hornblenditelor, sub formă de cristale și conține structuri de dezamestec cu hematitul.

— Apatitul apare asociat paragenetic cu magnetitul și ilmenitul, sub formă de cristale idiomorfe. Cristalele cele mai dezvoltate apar în hornblenditele cu structură pegmatoidă; apare ca incluziuni în toate mineralele rocii hornblenditice.

— Sfenul se prezintă sub formă de cristale idiomorfe.

— Sulfurile, în proporție redusă (sub 1%), sînt reprezentate prin pirită subordonat calcopirită sau pirotină, formează rareori asociații cu magnetitul.

Tectonica

Masivul alcalin Ditrău a fost afectat de o tectonică disjunctivă, reprezentată prin două sisteme de falii: una orientată nord-vest — sud-est și alta orientată est-nord—est-vest—sud-vest. Faliile celui de-al doilea sistem produc o compartimentare a masivului în sectoare ridicate și coborîte. Rocile prezintă o fisurație avansată vizibilă în lucrările miniere.

Pînă în prezent, în perimetrul Jolotca s-au evidențiat opt aliniamente mineralizate, din care sectorul Filip a fost cercetat prin lucrări miniere, rezervele au fost calculate și conturate pe patru orizonturi deasupra orizontului de bază + 800 (gal. XXV).

Zona mineralizată se prezintă sub forma unui sistem de filoane simple și compuse, paralele, cu grosimi pînă la 1,2 m, însoțit de numeroase venule. Direcția generală este est-vest, cu înclinare de 40—60° spre nord. Apar și zone cu mineralizații disperse în componenți utili, pe grosimi de 2—10 m.

Depistarea faliilor Gudu și Teascu și elucidarea rolului jucat de ele a permis extinderea cunoașterii pe direcție și înclinare a corpului de minereu, remarcîndu-se existența a trei compartimente tectonice. Cele extreme, vestic și estic, sînt căzute față de cel central, amplitudinea fiind de circa 90 m în cazul faliei Gudu (vest) și circa 150 m în cazul faliei Teascu (est).

I.P.E.G. Harghita și-a intensificat cercetările în sectorul Filip în orizonturile inferioare, atît în compartimentul central, cît și în compartimentul estic și vestic, orizonturile inferioare fiind deschise printr-un puț orb săpat de la orizontul + 850 (gal. XX), cunoscîndu-se faptul că înălțimea pe înclinare a coloanei mineralizate este de 900 m.

Proiectul de lucrări geologice ce va fi executat în continuare de către I.P.E.G. Harghita preconizează ca pînă în anul 1988 să se termine în întregime cercetarea și să se predea rezervele în exploatare pentru a putea apoi să-și intensifice cercetările în sectoarele învecinate cu perspective economice.

Încercările de preparare efectuate în vederea valorificării minereului de molibden și terre rare de la Jolotca au fost începute încă din anul 1964 și continuate pînă în prezent.

Inițial, cercetările efectuate pentru valorificarea mineralizațiilor de la Jolotca au fost canalizate numai pentru recuperarea monazitului și piritei, întrucît conținuturile de molibden erau considerate prea mici.

Ulterior, pe măsura executării lucrărilor geologice și a cerinței pieții, molibdenul a ajuns pe primul loc în interesul economic al valorificării mineralizației de la Jolotca, impunîndu-se reconsiderarea tehnologiei de valorificare complexă.

Începînd din anul 1972, diferite laboratoare au efectuat încercări tehnologice de preparare în faza de laborator sau în faza pilot a mineralizației, axîndu-se pe recuperarea superioară a molibdenului ca element principal și a monazitului și piritei ca elemente secundare.

Datorită variației compoziției chimice medii la alimentare, a tehnologiilor diferite folosite, rezultatele finale au fost diferite, conținutul concentratului de molibden final variind în limite largi (de la 10 la 30%), iar indicele de recuperare în molibden între 53—90%.

În anul 1978 I.C.P.M.N. Baia Mare, pe baza unor scheme tehnologice cercetate și propuse de C.C.P.M.R. Măgurele în anul 1975, a executat o încercare în faza pilot pe o cantitate de 150 t și a obținut următorul produs final:

— concentrat de molibden cu conținut de 14,98% Mo și extracție în metal de 74,76%;

— concentrat de pirită cu conținut de 50,36% S la recuperare de 68,28% S;

— preconcentrat de monazit cu conținut de 3,34 TR_2O_3 cu extracție în metal 64,33%;

— steril final cu conținutul de 0,008% Mo, 1,52% S și 0,35% TR_2O_3.

Pentru valorificarea superioară a concentratelor sărace de molibden, cercetările hidrometalurgice (I.C.P.M.N. Baia Mare, 1978) au condus la obținerea molibdatului de calciu cu 40—41% Mo cu randament de 88,4%.

În ceea ce privește valorificarea concentratelor monazitice, cercetările hidrometalurgice executate de C.C.P.M.R. Măgurele (1975) pe un concentrat de 51,4% TR_2O_3 au evidențiat posibilitatea de obținere cu randament superior a lantanidelor toriului și fosforului.

Cu ocazia acestor cercetări, s-a semnalat neconcordanța între conținutul de molibden al probelor tehnologice, conform documentelor de proveniență și cel analizat la unitățile de cercetare care au efectuat încercările de valorificare, generînd ipoteza pierderii molibdenului o dată cu clasele fine, în timpul exploatării și transportului.

Analizînd fluxurile tehnologice experimentate și rezultatele obținute pînă în prezent, I. M. Harghita, ca viitor beneficiar al exploatării zăcămîntului de la Jolotca, va efectua cercetarea în faza industrială de preparare, urmînd să treacă la exploatarea în fază industrială a zăcămîntului.

Pentru aceasta, ținînd cont și de ipoteza pierderii de molibden în faza de exploatare și transport — insuficient argumentată — I. M. Harghita propune exploatarea cu abataje experimentale pentru a verifica metoda optimă de exploatare cu pierderi minime de minereu.

Schema tehnologică recomandată de cercetători în faza pilot nu răspunde în totalitate preparării minereului în faza industrială, indicii tehnologici obținuți au valori mai scăzute comparativ cu cei realizați pe plan mondial în instalații de preparare cu același profil, la zăcăminte similare, fluxul tehnologic este susceptibil de îmbunătățiri, obținerea subproduselor de terre rare în faza industrială nu este suficient elucidată; de asemenea, contaminarea mediului înconjurător cu sterilul rezultat din instalație nu răspunde normelor de protecție a mediului înconjurător, prețurile de cost ale preparării produselor finite nu reflectă corespunzător realitatea.

Prin efectuarea preparării în faza industrială a unei cantități de 20 000 t, cercetarea va încerca să răspundă la toate aceste probleme.

Avînd în vedere că adiacent zăcămîntului de molibden și pămînturi rare se află un zăcămînt de magnetit vanadifer și apatit, iar 80% din zăcămîntul de molibden este cantonat în meladiorite cu conținut de magnetit vanadifer, se impune cercetarea în faza industrială și a zăcămîntului de hornblendite cu conținuturi în Fe și P, utilizînd aceeași instalație ce se poate ușor adapta noului flux tehnologic.

Începînd cu anul 1975, cercetările geologice sînt executate de către I.P.E.G. Harghita cu scopul de a pune în evidență rezerve de roci ultrabazice cu posibilitate de valorificare din hornblendite a magnetitului vanadifer și apatitului.

În urma lucrărilor geologice executate au fost puse în evidență mai multe corpuri de roci ultrabazice, o parte însemnată din rezervele calculate situîndu-se deasupra văii Jolotca.

Zăcămîntul de hornblendite de la Jolotca reprezintă tipul de zăcămînt cu conținuturi reduse în componenți utili, dar cu rezerve mari și caracteristici naturale (formă, dimensiuni, suprafață de aflorare, modul de cristalizare) deosebit de favorabile pentru exploatarea în carieră la capacități mari și o preparare eficientă în vederea valorificării complexe.

Cercetările tehnologice de preparare în faza de laborator și pilot pe un minereu brut cu următoarea compoziție chimico-mineralogică:

Fe	15—16%	Magnetit	7—9%
TiO_2	5—6%	Ilmenit	1—2%
SiO_2	33—34%	Apatit	3,5—4%
Al_2O_3	11—12%	Hornblende	55—60%
CaO	12—13%	Sfen	5%
MgO	7—9%	Pirită	1%
P_2O_5	1—2%	Piroxeni	5—10%
V	0,03%	Feldspat	5—6%

și cu un flux tehnologic de preparare compus din :

— sfărîmare-măcinare umedă 84%—0,075 mm ;

— concentrări în separatoare electromagnetice în stare umedă și în cîmp slab pentru magnetit și în cîmp mediu pentru hornblendă și ilmenit ;

— deșlamarea produselor nemagnetice ;

— flotarea apatitului cu oleat de sodiu, carbonat de sodiu și silicat de sodiu și reflotări ;

— desecarea produselor ;

— depunerea sterilului ;

au condus la obținerea următoarelor produse :

● Concentrat de magnetit vanadifer, avînd 67% Fe și 0,22% V_2O_5, cu extracție în greutate de 8,5—8,8%, cu valoare metalurgică 66%, finețe 84% sub 75 microni.

● Concentrat de apatit avînd 35,5—38% P_2O_5 cu extracție în greutate 3,6—3,9%, comparabil cu concentratele din import.

● Produsul îmbogățit în hornblende cu utilitate posibilă în industria materialelor de construcții la obținerea produselor de bazalt topit, chiturilor antiacide, gresii antiacide, vată minerală termoizolantă, glazură colorată, cu un conținut de circa 70% hornblende.

Deficitul de minereu de fier și fosfor în balanța economică a țării ridică interesul pentru introducerea în circuitul economic a acestei roci, ca sursă posibilă de concentrate de magnetit vanadifer, de apatit și de diverse subproduse cu hornblende, utilizate în domenii variate ale industriei materialelor de construcții.

Pe plan mondial, nu se cunosc zăcăminte în exploatare similare cu hornblenditele de la Jolotca atît din punct de vedere al caracteristicilor mineralogice, cît și al conținutului în elemente utile.

Necesitatea introducerii în circuitul economic național a unor noi resurse de materii prime minerale, în vederea reducerii importului și asigurarea acestora din producție internă, a adus în actualitate zăcămîntul de la Jolotca. I.C.P.M.N. Baia Mare, ca proiectant și cercetător, a trecut la elaborarea proiectului geologic pentru exploatarea și prepararea experimentală a unei cantități de 20 000 t de minereu de molibden și pămînturi rare din abataje experimentale, asigurînd alimentarea instalației de preparare cu minereu la conținutul mediu al zăcămîntului.

Exploatarea și prepararea experimentală a unei probe reprezentative de molibdenit executate la fața locului sînt justificate în vederea furnizării datelor necesare definitivării tehnologiei de extracție, preparare, protecția mediului înconjurător, cît și pentru indicatorii tehnico-economici ce vor sta la baza studiului de condiții industriale și omologării rezervelor.

Prepararea minereului se va realiza cu instalația mobilă de 40 000 t/an preluată de la Centrala minereurilor Baia Mare și completată cu utilaje necesare realizării fluxului adecvat.

Fluxul tehnologic este compus, în principal, din următoarele faze :

— două faze de măcinare ;

— flotarea molibdenitului ;

— flotarea piritei ;

— clasarea sterilului de flotație ;

— concentrarea pe mese a claselor grobe ;

— uscarea sterilului de pe mese ;

— returnarea lor în separatoare electromagnetice în cîmp puternic.

Prin aceste operații se vor obține :

● concentrate de molibden ;

● concentrat de pirită ;

● concentrat de monazit.

Dacă sterilul rezultat din separatorul electromagnetic în cîmp puternic este trecut prin alt separator electromagnetic în cîmp slab, este posibilă obținerea concentratului de magnetit, deoarece roca-gazdă a mineralizației filoniene de molibdenit este un meladiorit cu conținut 5—7% magnetit.

Exploatarea cantității de 20 000 t minereu se va realiza din abataje experimentale cu scopul de a verifica metoda optimă de exploatare pretabilă zăcămîntului de molibdenit, astfel ca pierderea de metal să fie minimă și să se verifice ipoteza pierderii molibdenului în faza de exploatare și transport.

După încheierea preparării experimentale a celor 20 000 t de minereu de molibden pe aceeași instalație de preparare cu mici modificări, se poate trece la încercarea tehnologică de preparare în faza semiindustrială a hornblenditelor cu conținut de magnetit vanadifer și apatit, în vederea omologării și acestor rezerve și trecerii lor la exploatare.

Zonalitatea regională litostratigrafică a mineralizațiilor metalifere din metamorfitele seriei de Leaota*)

Dr. geol. A. **Gurău**, geochim. V. **Gireadă**, geochim. Fl. **Leonteseu**, geol. V. **Chirieă**
Întreprinderea de prospecțiuni geologice și geofizice București

Formațiunile cristalofiliene, cambrian superior-paleozoice, ale seriei de Leaota, se dezvoltă în partea sud-estică a Carpaților Meridionali, în masivele Leaota și Iezer-Păpușa.

În formațiunile acestei serii se cunosc mai multe puncte mineralizate cu sulfuri și arseniuri, dintre care, mai răspîndite sînt pirita, calcopirita, galena și sfaleritul, adesea asociate cu aur. Saffloritul, smaltina, skutteruditul sînt subordonate cantitativ, iar alte minerale apar cu totul întîmplător. Controlul structural al acestor mineralizații este destul de variat. La nivelul observațiilor directe, în aflorimente și galerii, mineralizațiile prezintă caractere similare cu cele hidrotermale, localizate, fie în planul șistozității metamorfice S_1 (Gurău, 1982), fie pe fisuri sau chiar în „filoane" sau fracturi discordante față de șistozitatea metamorfică. Caracterele hidrotermale sînt evidențiate și prin observații microscopice în secțiuni subțiri și lustruite. În ciuda acestor date, în regiune nu se evidențiază fenomene de alterare hidrotermală, în jurul fracturilor sau al nivelurilor stratigrafice mineralizate, specifice zăcămintelor postmagmatice și nici prezența vreunui corp magmatic eruptiv. În schimb, prin dispoziția lor spațială și asociațiile paragenetice, mineralizațiile, indiferent de controlul structural pe care-l au, prezintă o preferință pentru anumite formațiuni metamorfice și tipuri petrografice de roci din cadrul acestora, în care s-au semnalat și anomaliile pedogeochimice și litogeochimice, evidențiindu-se o zonalitate mineralogică și geochimică litostratigrafică pe verticală, după cum urmează.

1. Formațiunea cuarțo-feldspatică de Voinești este alcătuită dintr-o succesiune de gnaise, paragnaise cu granat și biotit, cu intercalații de șisturi amfibolice, leptinite și micașisturi cu granat granite anatectice stratiforme cu biotit și microclin. Acest complex prezintă două tipuri de structuri mineralizate.

● Structuri „filoniene" cu contur nedefinit (fig. 1*a*). Mineralizația caracteristică acestor structuri este constituită din galenă, sfalerit ± ± aur, subordonat calcopirită, asociată cu gangă de cuarț, feldspați (albit-oligoclaz), carbonați, clorit (cursul inferior al Văii Tîncava, Obădarul, cursul mediu al Văii Păiș, versantul stîng al Văii Caselor, în pîriul Roșu și Valea Ghimbavului). Diagramele ternare Cu—Pb—Zn (fig. 2 *a*) arată caracterul predominant plumbo-zincifer al mineralizației, specific acelora puse în legătură cu un magmatism acid de tipul granitelor sau riolitelor.

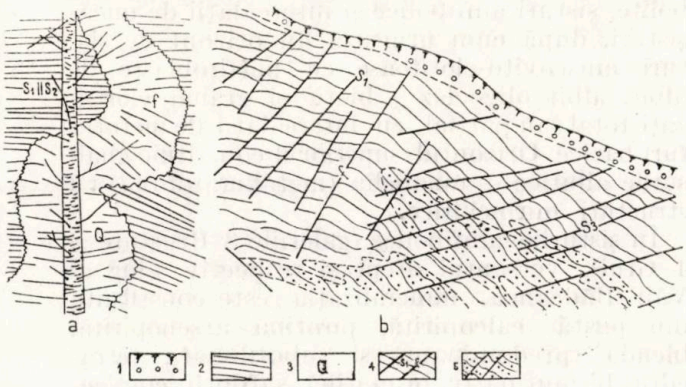


Fig. 1. *a* — filon de tip alpin; *Q*—3, versantul drept al văii Ghimbavului în paragnaisuri cu biotit; *2*—formațiunea de Voinești; *f* — fisuri; $S_1 \parallel S_2$ — șistozitate metamorfică paralelă cu clivajul de forfecare S_2; *b* — afloriment de șisturi muscovito-cloritoase cu porfiroblaste de albit; *4* versantul drept Valea Caselor; *5* mineralizație de calcopirită conturată chimic; *1* depozite aluvionare-deluviale

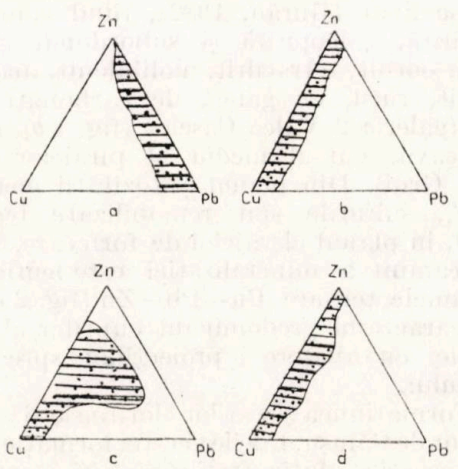


Fig. 2. Diagrame ternare (Cu—Pb—Zn/ppm) pe probe litogeochimice în formațiunile seriei de Leaota (Munții Leaota): *a* — 24 probe (cursul inferior al văilor Tîncava, Obădarul — cursul inferior și mediu al văii Păiș; *b* — 274 probe medii grupate (șisturi cloritoase ankeritice, șisturi muscovito-cloritoase ± actinot, zoizit, epidot (baza formațiunii de Lerești; galeriile 3 Brusture și 4 Grui); *c* — 230 probe medii grupate în șisturi muscovito-cloritoase cu porfiroblaste de albit și în nivelul piritos (cursul mediu al văilor Tîncava, Obădarul, Păiș, Țîbra, Grui, galeria 2 Valea Caselor); *d* — 19 probe (Valea lui Neguleț, Jecilor, Dăniș) cu mineralizații de Co, Ni, Cu și 147 probe grupate din șisturile cloritoase cu actinot, epidot, zoizit (valea Purcăreața, Huțurelul Mic și Huțurelul Mare).

*) Comunicată la întîlnirile științifice de lucru din cadrul I.P.G.G. și I.G.G. (1982—1983); tratată, de asemenea, în cadrul rapoartelor anuale: 1982; 1983; 1984). Arhiva I.P.G.G. București.

• Mineralizații de tip diseminat. Acest tip de mineralizație îl constituie parageneza : pirită, pirotină, subordonat : mispichel, galenă, blendă și calcopirită. Mineralizația este diseminată în leptinitele albitice din versantul stîng al Văii Caselor, pîraiele Dărădanului, Iuzii Roșului și versanții Văii Hotarului.

2. Formațiunea vulcanogen-sedimentară, metaspilit-keratofirică de Lerești-Tămaș urmează în continuitate de sedimentare peste cea de Voinești. Este constituită dintr-o alternanță de șisturi muscovitice cu almandin, în bază, amfibolite, șisturi amfibolice și intercalații de mica-șisturi, după cum urmează un orizont de șisturi muscovito-cloritoase cu porfiroblaste de albit, albit oligoclaz ± biotit și granat cloritizați total sau parțial, cu intercalații de metatufuri bazice. Orizontul superior îl constituie gnaisurile albitice ± microclin (metakeratofire ?) cu structuri mirmekitice.

În șisturile amfibolice (galeriile 3 Brusture și 4 Grui), versantul drept și respectiv stîng al Văii Bădeanca, mineralizația este constituită din pirită, calcopirită, pirotină arsenopirită, blendă (predominant) și subordonat : tetraedrit, bismut nativ, bismutină, safflorit, emplectit, galenă, wittchenit (?) (Udubașa et al., 1984). Mineralizația este însoțită de gangă carbonatică (calcit-siderit) și subordonat cuarț. Diagramele ternare Cu—Pb—Zn (fig. 2 b) evidențiază caracterul cupro-zincifer al mineralizației. În orizontul mediu al șisturilor muscovitice cloritoase cu albit, mineralizația este de tip diseminat (Gurău, 1982), fiind constituită din pirită, calcopirită și subordonat sfalerit, galenă, bornit, tetraedrit, molibdenit, magnetit, hematit, rutil, cu gangă de carbonați și/sau cuarț (galeria 2 Valea Caselor (fig. 1 *b*), galeria 7 Tîncava, cursul mediu al pîraielor Păiuș, Tîbra, Grui). Din planul șistozității metamorfice S_1, sulfurile sînt remobilizate tectonic, parțial, în planul clivajelor de forfecare. Forma de zăcămînt a mineralizației este lenticulară. Diagramele ternare Cu—Pb—Zn (fig. 2 c) prezintă caracterul predominant cuprifer al mineralizației cu abatere a proiecțiilor spre colțul plumbului.

3. Formațiunea șisturilor cloritoase și a metatufurilor de Călușu. Rocile acestei formațiuni prezintă aceeași evoluție stratigrafică și compoziție petrografică ca și formațiunea descrisă anterior.

La bază apare un nivel de amfibolite care se continuă în suita stratigrafică cu șisturi cloritoase, albitice, epidot-zoizitice și cu granat complet sau parțial cloritizat. Spre partea superioară se face trecerea la roci tufogene-tufitogene acide metamorfozate.

Mineralizațiile din această formațiune sînt constituite din pirită, calcopirită, tetraedrit, bismut nativ, bornit, covelină, emplectit, skutterudit, safflorit, asociate cu ganga de calcit, siderit, cuarț. Mineralizațiile sînt localizate în șisturi cloritoase cu actinot, epidot și zoizit (metatufuri bazice metamorfozate), (văile Neguleț, Jocilor, Dăniș, Purcăreața, Bădeanca, versantul stîng Huturelul Mare și Huturelul Mic).

Diagramele ternare Cu—Pb—Zn (fig. 2 *d*) indică un chimism predominant cupro-zincifer al acestor mineralizații, similar cu cele menționate în formațiunea de Lerești.

4. Relația : mineralizație-magmatism-structură-metamorfism. Pentru formațiunile cristalofiliene ale seriei de Leaota se evidențiază o strînsă legătură între compoziția petrografică a rocilor, mineralogia și chimismul mineralizațiilor asociate.

Trecerea de la mineralizații plumbo-zincifere, asociate rocilor acide cuarțo-feldspatice din formațiunea inferioară de Voinești, la mineralizații cupro-zincifere, asociate rocilor bazice din formațiunea de Lerești și Călușu, este în strînsă legătură cu evoluția bazinului de sedimentare, vulcanismul submarin, tectonica și metamorfismul acestor formațiuni.

Mineralizațiile de galenă și blendă în structuri filoniene de tip alpin sînt cele mai vechi. Ele au rezultat prin remobilizarea metamorfică, probabil la începutul cambrianului, cînd bazinul a suferit o subsidență, fenomen marcat prin schimbarea sursei de alimentare determinată de erupțiile submarine bazice de tipul lavelor spilitice. Aceste roci au avut un conținut relativ mai ridicat în Mg, Fe, Ca, Na, Cu, Zn, S. Vulcanismul submarin a evoluat spre un chimism keratofiric, care prezină o creștere a conținutului în plumb și o scădere relativă în zinc. La sfîrșitul acestui ciclu, ordovician-silurian (?), bazinul a suferit o nouă subsidență și a început depunerea formațiunii mixte vulcanogen-sedimentare de Călușu, similară după compoziția petrografică și chimism cu cea de Lerești.

Mișcările tectonice de subsidență au fost însoțite de un metamorfism static de sarcină, mai pronunțat în formațiunile de Voinești și Lerești. Acestea au determinat recristalizarea și remobilizarea sulfurilor în spații structurale noi cu formarea filoanelor de tip alpin.

Metamorfismul sinorogen hercinic, însoțit de cutarea flexurală a celor trei formațiuni retromorfozează formațiunile de Voinești și Lerești și modifică și mai mult structurile anterioare : filoanele alpine sînt retezate în planul șistozității metamorfice S_1 și capătă aspectul de filoane brecioase și contur nedefinit ; mineralizația de calcopirită și pirită din formațiunile de Lerești și Călușu capătă, de asemenea, forme structurale noi, migrînd parțial și recristalizînd în planul unor fisuri de forfecare și clivaje. Privită din acest punct de vedere, sursa metalelor este singenetică, iar formele structurale și texturale ale mineralizațiilor sînt rezultatul deformărilor tectonice și al metamorfismului suprapus.

* Arhiva I.G.G. București

Analizele spectrale în cercetarea geologică

Dr. ing. **I. Kalmár**
Întreprinderea de prospecțiuni și explorări geologice Baia Mare

În activitatea de cercetare geologică, una din analizele cele mai frecvent utilizate o constituie cele spectrale pe probe din aflorimente și din lucrări. Diverse lucrări cu tematică metodologică [1] recomandă, în mod expres sau implicit, probarea sistematică a lucrărilor miniere și a forajelor pentru analiză spectrală. În decursul timpului la un șantier sau echipă geologică se acumulează un număr mare de astfel de analize, a căror valorificare corespunzătoare poate oferi date de cunoaștere suplimentare pentru obiectivul aflat în cercetare. Din acest motiv considerăm utilă trecerea în revistă a unor aspecte privind modul de interpretare și de utilizare a rezultatelor analizelor spectrale.

I. Date generale

Sub denumirea de „analize spectrale" în geologie se înțeleg determinările de concentrații de elemente prin intermediul măsurătorilor efectuate pe linii de emisie caracteristice ale acestora sau al unor linii (benzi) de absorbție, de regulă, în domeniul luminii vizibile. Modul de producere al spectrului, selectarea liniilor, compararea sau măsurarea intensităților variază de la o metodă la alta și în funcție de aparatură utilizată [2] neavînd contigențe cu subiectul lucrării de față.

Trebuie reținut faptul că, spre deosebire de rezultatele analizelor chimice clasice, analizele spectrale operează cu erori accidentale ce pot depăși 100%, aceasta deoarece, pe de o parte, concentrațiile ce se determină sînt reduse — de ordinul părților pe milion (ppm) și, pe de altă parte, din cauza unor cantități reduse de probă ce intră efectiv la analiză (1—5 g),cu fluctuațiile inerente de concentrație, fără a mai vorbi de interferențele de linii spectrale inevitabil în cazul unor probe dintr-un produs natural multicomponent. De aceea, determinările spectrale au un caracter semicantitativ [3].

S-a convenit stabilirea unei limite inferioare de concentrație ce se poate evidenția (limita de detecție) și o limită superioară de concentrație de la care analizele spectrale nu mai sînt competitive cu analizele chimice sub raportul preciziei (tab. 1). Precizia analizelor fiind redusă, pentru a se putea estima valori cît mai apropiate de cea reală este necesar un număr cît mai mare de determinări spre a se putea trece la prelucrări statistice, cu atît mai mult cu cît costul unei analize este relativ redus.

II. Proveniența probelor spectrale

În funcție de faza de cercetare și destinația probei, se disting următoarele tipuri de probe pentru analize spectrale.

— Probe individuale pentru analize spectrale de substanță minerală utilă, rezultînd din duplicatul probei chimice sistematice sau informative sau din fragmente detașate din anumite zone ale corpului de minereu (substanță utilă).

— Probe de grup pentru analize spectrale de substanță minerală utilă rezultînd din întrunirea materialului prelucrat (măcinat) dintr-un număr de 2—50 probe chimice sistematice, de regulă, cu respectarea încadrării lor în aceeași unitate de calcul de rezerve (bloc, panou).

Tabelul 1

Domenii de concentrații ce se pot analiza spectral pentru cîteva elemente, ppm.

Elementul	Limita de detecție	Concentrația de la care sînt preferate metodele chimice de analiză
Ti	3	3 000
Mn	3	500
Cr	3	3 000
Ni	3	300
Co	3	300
V	3	3 000
Mo	3—10	3 000
W	300	5 000
Pb	3	100
Zn	100	200
Cu	50—100	300
Cd	3—10	200
Hg	100	5 000
Sb	300	3 000
Bi	3	3 000
As	300	3 000
Sn	3	1 000
Ge	3	3 000
Ga	3	3 000
In	10	3 000
Be	3	5 000
Ag	0,3	50
Zr	300	5 000
Ba	50	3 000
Sr	50	3 000
Li	3	1 000
Rb	10	3 000
Sc	10	3 000
Y	3	3 000
La	10	1 000
Yb	1	1 000
Th	0,1	1 000

— Probe de rocă (sterilă), de regulă, din eşantioane prelevate din aflorimente sau din lucrări de cercetare.

— Probe de sol prelevate din găuri scurte practicate după o reţea prestabilită din pămîntul vegetal, din sedimente şi alte depozite superficiale.

— Probe din preparate monominerale din minereuri şi roci, respectiv din concentrate în diverse trepte ale încercărilor tehnologice.

— Probe din plante recoltate şi incinerate după o anumită metodologie.

— Probe din reziduul obţinut prin evaporarea unor ape naturale sau al unor extracte solubile din roci.

— Probe din cenuşi de cărbuni sau de hidrocarburi, naturale sau prelucrate.

III. Utilizarea rezultatelor analizelor spectrale în cercetarea geologică

Ca şi celelalte tipuri de analize, analizele spectrale constituie o cale de cunoaştere a obiectelor geologice afate în cercetare. Informaţiile obţinute se referă la un număr mare (18—40) de elemente, avînd în primul rînd caracter calitativ [4]. Perfecţionarea continuă a aparaturii şi a metodelor de pregătire a probelor, cu reducerea între limite rezonabile a erorilor de analiză, face ca în ultima vreme să se poată avea în vedere şi informaţiile cu caracter cantitativ, aceasta mai ales cînd se ia în considerare un număr mare de date analitice, prelucrate statistic.

1. *Inventarul elementelor rare şi disperse din substanţe minerale utile*

Cele cîteva elemente (sau componente oxidice) majore care intră în constituţia unor substanţe minerale utile (în special în cazul minereurilor) sînt însoţite de o suită de elemente rare şi disperse, în concentraţii cuprinse între 10 şi 10^{-4} %, a căror cunoaştere prezintă uneori o importanţă deosebită [5].

Aceste elemente pot fi valorificate — aşa cum este cazul cadmiului, al indiului, al taliului ş.a. — din minereurile zincifere, al germaniului din minereuri cuprifere sau în cărbuni, al titanului şi al vanadiului din unele minereuri de fier, al litiului în unele argile caolinoase ş.a. Alteori prezenţa lor este nedorită — mici cantităţi de bor în dolomite, de arsen şi cupru în minereurile de fier şi de mangan, de plumb şi bismut în unele materii prime ceramice ş.a. dau probleme deosebite de preparare şi de protecţia mediului înconjurător. Atît în primul, cît şi în cel de-al doilea caz, cunoaşterea cît mai exactă a concentraţiei elementelor minore în substanţa utilă, ca şi distribuţia lor spaţială în zăcămînt este importantă.

În acest scop se stabileşte, pe probe individuale, inventarul elementelor rare şi disperse şi apoi, pe măsura avansării cercetării, o dată cu selectarea probelor chimice sistematice care vor intra la calculul de rezerve, se vor constitui probele de grup, prin întrunirea proporţională a unor cantităţi din duplicatele probelor sistematice. O probă-grup astfel constituită cuprinde probele chimice sistematice dintr-o parte a laturii unei unităţi de calcul, a unei laturi întregi sau a mai multor laturi (fig. 1), ceea ce permite localizarea eventualelor concentraţii ale elementelor însoţitoare.

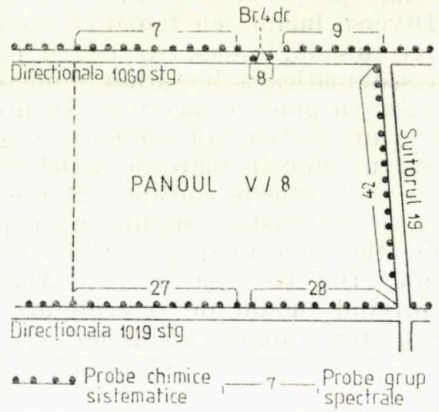


Fig. 1. Amplasarea unor probe-grup pentru un panou dintr-un zăcămînt filonian de minereu polimetalic cercetat prin galerii direcţionale, broşe şi suitori în planul zăcămîntului

Analizele spectrale executate pe preparate monominerale (separate la lupa binoculară sau prin metode fizice, fizico-chimice sau chimice [6]) ajută la cunoaşterea formei mineralogice în care apar elementele în cauză şi la stabilirea metodelor optime de preparare şi concentrare.

Se obişnuieşte ca preparatul monomineral obţinut să fie verificat (prin analize microscopice în glicerină, în brichete sau la raze X) pentru cunoaşterea naturii unor incluziuni sau amestecuri mecanice. Sînt deosebit de utile determinările cu spectrograful laser prin care se pot analiza granule de minerale cu diametrul aparent de peste 20 μm din secţiuni lustruite; la cercetări mai pretenţioase se foloseşte chiar şi microsonda electronică.

În fine, pentru controlul distribuţiei şi a recuperării unor elemente minore (sau, dimpotrivă, a eliminării celor nedorite) se recurge adesea la analize spectrale pe concentratele obţinute în probele tehnologice de laborator, pilot sau industriale [7].

La încheierea cercetării geologice şi predarea zăcămîntului pentru exploatare, documentaţia finală cuprinde şi date referitoare la conţinuturile şi posibilităţile de valorificare a elementelor minore, respectiv eventualele restricţii în tehnologie, impuse de prezenţa unor dăunători de acest fel. În unele cazuri justificate se dau chiar conţinuturi medii informative pe unităţi de calcul (de ex. pentru Cd, Mo, Ge, Sn, Sb, W ş.a.)

Trebuie de menționat că, în afara caracterului strict utilitar, analizele spectrale pe minereuri — ca și pe alte substanțe minerale și pe roci — pot fi prelucrate și în alte scopuri (corelări, geneză, cercetări de geochimie fundamentală) în cadrul documentării geochimice [1], avînd avantajul evident al numărului mare de astfel de analize și al caracterului sistematic al probării.

2. *Evidențierea unor anomalii geochimice*

Se știe că distribuția oarecum omogenă a unor elemente chimice în rocile din subsol poate fi perturbată prin apariția unor concentrări (mai rar, a unor diluții) locale date de caracteristicile geochimic contrastante ale unor obiecte geologice. În practică interesează imaginea anomaliei geochimice dată de prezența unor corpuri de substanță minerală utilă, a căror prezență și poziție spațială se pot deduce pe această cale [7]. Pentru aceasta se procedează la prelevarea sistematică a unor probe fie din roci (probe litogeochimice), fie din plante (probe fitogeochimice), fie din pătura de sol (probe pedogeochimice). Analiza acestor probe se realizează fie spectral, fie prin metode chimice (complexometrice), fie prin combinarea celor două metode. Fiind vorbă de un volum mare de probe (adesea peste 10 000 într-o campanie), determinările sînt organizate în flux industrial, recurgîndu-se la stabilirea concentrației unui număr redus (3 – 7) elemente.

Dacă prelevarea probelor pedo- și fitogeochimice, respectiv interpretarea rezultatelor obținute privesc, cu precădere, echipajele de prospecțiuni geochimice specializate, probarea litogeochimică, în afloriment și în lucrări, se efectuează, de regulă, de către geologul cercetător, iar rezultatele obținute servesc la orientarea lucrărilor și pot constitui argumente în fundamentarea unor programe de cercetare.

Pentru aceasta se recomandă (ca și în cazul prospecțiunii pedogeochimice) stabilirea fondului litogeochimic pentru formațiunea dată. În cazul (cel mai frecvent) al probării lucrărilor transversale pe structură (foraje, galerii) este practic să se stabilească un fond local, eventual pe tronsoane geologic omogene, prin metode grafice, simple și intuitive. Probarea litogeochimică pe profile sau pe lucrări se realizează la echidistanță de 10—50 m, funcție de lungimea lucrării și dimensiunea uzuală a obiectelor geologice interesante din perimetru. Aureolele geochimice primare se detașează din fondul general sau local (fig. 2). Aceste anomalii pot fi apoi cercetate prin lucrări miniere sau prin foraje.

Pentru a nu altera situația reală este bine să se țină seama de cîteva recomandări. Probele litogeochimice nu trebuie luate din zone fisurate, accesibile circulației ascendente sau descendente. Se vor evita vinișoarele, filonașele, impregnațiile vizibile cu ochiul liber, alterările hipergene sau hipogene, milonitele, breciile de orice fel, geodele, penele de gelivație ș.a. Toate aceste zone sînt , în mod sigur, contaminate, iar contaminarea are caracter secundar, ulterior difuziunii primare a elementelor cercetate. Cu atît mai mult trebuie evitate zonele

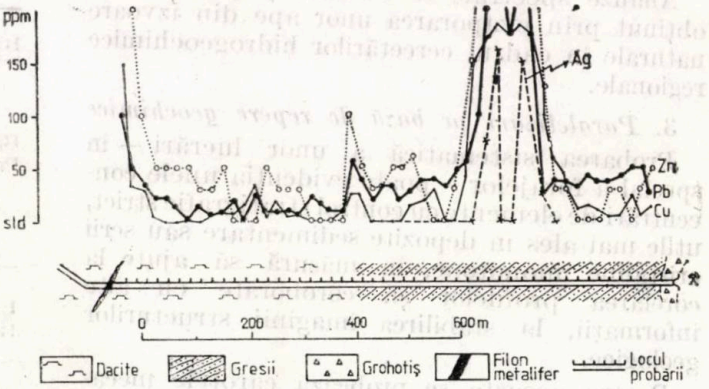


Fig. 2. O transversală probată litogeochimic pentru Pb, Zn, Cu și Ag. Se observă schimbarea aspectului curbelor de variație și a fondului la trecerea din roca sedimentară în eruptiv. Anomalia de la m 250—400 se corelează cu o zonă de dispersare al unui filon metalifer cunoscut la suprafață.

de contaminare antropogenă de sub halde, batale de noroi de foraj, căi de circulație rutieră, traseele unor funiculare, instalații vechi de preparare, clădiri ș.a. (Traseul funicularului Cavnic—Baia Sprie, de exemplu, apare clar atît pe hărțile pedogeochimice, cît și pe profilele litogeochimice). Se vor evita probele din apropierea vetrei galeriilor. Eșantioanele și carotele mecanice, înainte de expediere, vor fi spălate cu apă curată, eliminîndu-se depunerile de praf și de noroi. La ambalare nu se va folosi hîrtie de ziar sau din saci de ciment sau de chimicale. Se înțelege că prelucrarea materialului se va face în instalații care să excludă contaminarea cu praf provenind din minereuri metalice.

Pentru control, este bine ca la o parte din probele litogeochimice, în special în zonele presupuse drept anomale, să se execute și preparate mineralogice. De exemplu, în munții Tibleș, în rocile din anomaliile litogeochimice, apar granule de pirită idiomorfă, însoțite adesea de franjuri fine de galenă sau vinișoare de blendă.

Probarea litogeochimică sistematică pentru teritorii mai întinse — masive muntoase, bazine sedimentare, platforme carbonatice — pot pune în evidență anomalii geochimice regionale date pentru un anumit tip de roci sau pentru toate rocile prezente. De exemplu, din cuprinsul ariei subvulcanice din estul districtului metalogenetic Baia Mare, monzodioritele și dioritele cuarțifere de arsuri reprezintă anomalii majore de Cu, Pb, Ag și Sn. Banatitelor li se asociază o suită caracteristică de elemente minore.

Şisturile negre din Carpaţii Orientali au conţinuturi anormale de vanadiu, cobalt şi nichel [9], iar pe întreaga parte sud-estică a platformei carbonatice sarmatice din Dobrogea se conturează o largă anomalie de mangan, cu valoarea medie ce depăşeşte de circa 5 ori fondul general.

Analize spectrale se execută şi pe reziduul obţinut prin evaporarea unor ape din izvoare naturale în cadrul cercetărilor hidrogeochimice regionale.

3. *Paralelizări pe bază de repere geochimice*

Probarea sistematică a unor lucrări — în special a forajelor — poate evidenţia unele concentrări de elemente cu control stratigrafic strict, utile mai ales în depozite sedimentare sau serii cristaline monotone, în măsură să ajute la corelarea profilelor şi, coroborate cu alte informaţii, la stabilirea imaginii structurilor geologice.

Pentru aceasta se probează carotele mecanice sau aflorimentele la un interval suficient de mic (5—20 m), probele fiind analizate spectral pentru 10—22 elemente. Rocile argiloase, în special cele mai bogate în material cărbunos, au rezultate bune; gresiile silicioase sînt cele mai sărace în elemente minore. În stratele de Vima, străbătute pe mai multe profile în bazinul Copalnicului, s-au evidenţiat cîteva niveluri cu conţinut crescut în Cr, Ni, V, Pb, Zn, Ga şi Sr, unul dintre acestea coincizînd cu nivelul de globigerinide şi diatomee piritizate din partea superioară a oligocenului. Alte repere de acest fel au fost evidenţiate în seria vărgată din sudul Prelucii (fig. 3) sau în panonianul din bazinele Oaş şi Sălaj.

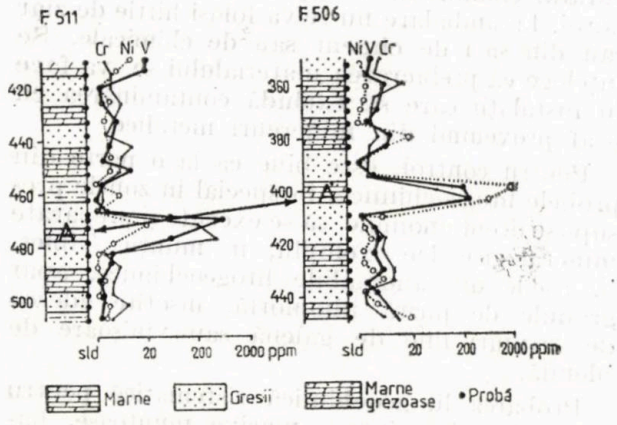


Fig. 3. În succesiunea monotonă şi nu întotdeauna corelabilă litologic probarea spectrală permite paralelizarea stratelor de marnă *A* şi *A'* din cele două foraje

4. *Evidenţierea efectelor impactului uman în soluri şi sedimente*

Analiza spectrală din materialul prelevat din soluri, din sedimente recente sau din reziduul unor ape freatice [8], poate evidenţia concentraţii anormale în anumite elemente chimice, ca efecte ale activităţii omeneşti. Bunăoară, încercările de a efectua prospecţiuni pedogeochimice la sud-est de Baia Sprie s-au lovit de existenţa unui fond geochimic deosebit de ridicat în Pb. Analiza spectrală a sedimentelor de la gura braţului Chilia evidenţiază creşterea conţinuturilor de Pb, Cu şi Sb pe ultimii 2 m de mîl [9], iar în marnele depuse într-un golf asecat al lacului Tei — Bucureşti apar conţinuturi de 150—300 ppm Pb şi Sb, (tab. 2).

Tabelul 2

Analize spectrale ilustrînd impactul uman în soluri şi sedimente recente

Locul probării	Elementul	Fondul regional, ppm	Conţinutul din probele analizate	Nr. de probe analizate
Baia Sprie SE	Pb	15	50—120	500
Balta Popina Periprava *	Pb	10	30—200	15
	Cu	30	50—70	15
	As	Sld	300	15
	Sb	Sld	100—1000	15
Lacul Tei Bucureşti **	Pb	20	150—300	20
	Sb	Sld	300	20

* Fondul faţă de analizele de mîl din sedimentul mai vechi (4—10 m)

** Fondul faţă de depozitele de loess din zona Pipera — Fabrica de glucoză.

Astfel de determinări se execută în cadrul studiilor asupra mediului înconjurător prin prelevări sistematice şi repetate de probe (0,5—5 kg) prelucrate şi reduse în stare uscată, ferite de orice contaminare accidentală.

5. *Fundamentarea unor ipoteze genetice*

Rezultatele analizelor spectrale pot servi la fundamentarea unor ipoteze privind modul de formare şi evoluţia în timp a unor roci sau corpuri de minerale utile, contribuind astfel la creşterea gradului general de cunoaştere a obiectului geologic cercetat.

Literatura de specialitate recomandă utilizarea elementelor rare şi disperse ca indicatori pentru unele medii şi condiţii termodinamice. Bunăoară, raportul Ga/B şi B/Li [11] dă indicaţii privind salinitatea mediului de sedimentare, raportul Cr/Be este utilizat [12] pentru stabilirea provenienţei materialului sedimentar magmatogen (bazic/acid), raportul Co/Ni este controlat de p*H*, raporturile Zr/Hf, Pt/Pd, Fe/Mn respectiv Mn/Cd (în sulfuri) dau indicaţii paleogeotermometrice ş.a. Din abundenţa bariului

și a stronțiului se poate deduce caracterul aragonitic sau calcitic al producției carbonatice inițiale [13], iar triada Mg—Sr—P are valori proprii pentru fiecare clasă de organisme cu schelet calcaros [14]. Vanadiul, cromul și potasiul caracterizează producția carbonatică algală [14]. Frecvența relativă a pământurilor rare dă relații privind formarea fosfaților marini [16], iar raportul Rb/Sr dă indicații legate de consolidarea rocilor magmatice (fig. 4).

Una din problemele geochimice fundamentale, cu largi implicații genetice, este modul în care elementele minore se fixează în edificiul mineral. În lipsa unor date directe de observație, în special în domeniul concentrațiilor

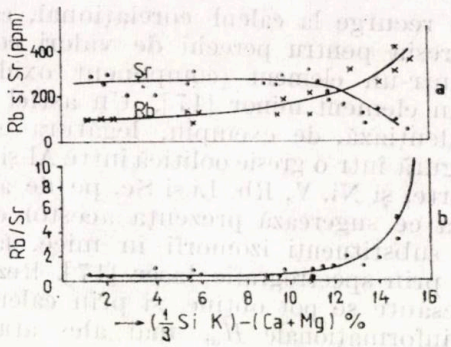


Fig. 4. Variația concentrației de Rb și Sr în cursul diferențierii magmatice *a* și variația raportului Rb/Sr *b* pentru un batolit din California [19].

Tabelul 3

Probarea spectrală în cercetarea geologică

Scopul probării	Tip de probă spectrală	Modul de prelevare	Cantitatea rezultată din probare, g	Numărul de elemente analizate	Numărul de probe necesare
Inventarierea elementelor rare și disperse din substanțe minerale utile	Probe individuale din substanța utilă	Prin ciupire sau din duplicate de probe sistematice	100—5 000	12—32	10—020
	Probe-grup din substanța utilă	Prin intrunirea probelor sistematice	500—5 000	12—22	10—0010
	Probe monominerale	Din preparate monominerale	0,5—10	5—22	5—10
	Probe din concentrate	Din concentratele din probe tehnologice	100—500	5—22	5—10
Evidențierea unor anomalii geochimice	Probe pedogeochimice	Din găuri scurte din sol	200—500	3—10	100
	Probe de plante	Din plante incinerate	1 000—5 000 (material vegetal)	3—5	100
	Probe de roci	Prin eșantionare din aflorimente sau lucrări	100—1000	3—22	10—500
Geochimie regională	De obicei se utilizează date analitice obținute prin metode comparabile din mai multe perimetre	Prin eșantionare pe tipuri petrografice și orizonturi stratigrafice	100	12—32	500
Paraletizări pe bază de repere geochimice	Probe de roci din aflorimente sau lucrări (de regulă foraje, puțuri ș.a.)	Prin eșantionare sau profile continui	100—5 000	5—22	10—100
Evidențierea efectelor impactului uman	Probe de sedimente recente sau de sol	Prin dragare sau din găuri scurte din sol	500—5 000	5—12	5—50
	Probe de ape	Prin colectare periodică de apă din riuri, lacuri	1 000—5 000	5—12	30
Fundamentarea unor ipoteze genetice	De la caz la caz se prelucrează rezultatele analitice existente sau se fac probări speciale	Prin întrunirea unor probe existente, prin eșantionare, prin separări monominerale, extract solubil din roci ș.a.	0,5—5000	2—32	30—500 sau mai multe

reduse, se recurge la calcul corelaţional, calculînd regresia pentru perechi de valori constituite dintr-un element (component oxidic) major şi un element minor [17]. Un astfel de calcul evidenţiază, de exemplu, legătura evidentă şi sigură într-o gresie oolitică între Al şi K, pe de o parte, şi Ni, V, Rb, Li şi Sc, pe de altă parte, ceea ce sugerează prezenţa acestor elemente ca substituenţi izomorfi în mice, fapt dovedit şi prin spectrografie laser [17]. Rezultate interesante se pot obţine şi prin calculul entropiei informaţionale H_0, mai ales atunci cînd se compară roci diferite.

În fine, pentru lucrări de geochimice regională este utilă evidenţierea concentrării sau dispersării unor elemente (în raport cu compoziţia generală a litosferei, a rocilor eruptive, a unor roci — sedimentare ş.a.). Analizele spectrale — obligatoriu în număr mare (tab. 3) —, prelucrate statistic, oferă bază de plecare pentru calculul unui astfel de bilanţ, deosebit de sugestiv în studii de macroprognoză şi de metalogeneză regională.

Bibliografie

[1] Sandu, D. ş.a. *Probarea zăcămintelor de substanţe minerale utile solide*. Ed. tehnică, Bucureşti, 1978

[2] Möncke, W. *Einführung in die Spektralanalise*. Springer, Berlin, Heid, New York, 1962

[3] Bîrcă-Gălăţeanu, D. ş. a. *Introducere în spectroscopia experimentală*. Ed. tehnică, Bucureşti, 1966

[4] Energlyn, L., Brealey, L. *Analytical Geochemistry*. Methods in Geochemistry and Geophysics. 5. Elsevier Publ. Comp., N.Y., Amst. Sydn. Tor., 1971

[5] Rusanov, N. T. *Analiza spectrală de minereuri şi roci*. Trad. I.D.T., — Bucureşti, 1970.

[6] Carver, R. E. (ed.) *Procedures in Sedimentary Petrology*. Wiley Intersc. N. Y., Lond., Sydn., Tor., 1970

[7] Steclaci, L. *Prospecţiunea geochimică*. Ed. didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1975

[8] Savul, M., Botez-Postelnicu, C. *Geochimia vanadiului în Republica Populară Română* (II) Seria şisturilor negre bituminoase, roce mume de petrol din Carpaţii Orientali. An. Acad. R.P.R., Secţia Geol. Geogr. Biol. A. II/30 p. 769—791, Bucureşti, 1960

[9] Allan, R. J. *Cultural Impact on Canada's subarctic Great. Lakes: heavy metals in sediments from Lake Athabasca and Great Slave Lake*. 10th. Int. Congr. Sed., Abstr. I. p. 12. Jerusalem, 1978

[10] Kalmár, I. *Date noi privind mineralogia şi geochimia depozitelor recente de la gura braţului Chilia* (Delta Dunării). În press., St. cerc. Geol. Geof., Geogr., Seria Geol., Bucureşti, 1984

[11] Keith, M. L., Degens, E. T. *Geochemical indicators of marine and freshwater sediments*. Researches in Geochemistry. 38.61. Aletson. 1959

[12] Papiu, C. V. *Petrografia rocilor sedimentare*. Ed. ştiinţifică, Bucureşti, 1960

[13] Wilson, J. L. W. *Carbonate facies in Geologic History*. Springer, Berlin, Heid., New York, 1976

[14] Garrels, R. N., Mackenzie, F. T. *Evolution of Sedimentary Rocks*. W.W. Norton & Co. Inc., New York, 1971

[15] Rankama, K., Sahama, Th. *Geochimia*. Ed. tehnică, Bucureşti. 1970

[16] Altschuller, Z. S. *Trace elements as Discriminators of origin in marine phosphate*. 10th. Int. Congr. Sed., Abstr. I. p. 16—17. Jerusalem, 1978

[17] Sarapov, I. P. *Utilizarea statisticii matematice în geologie*. Ed. tehnică, Bucureşti, 1968

[18] Kalmár, I. *Geochemistry of Coada Malului Lower Pliocen oolitic sandstones, Prahova District*. In. press. D.S. Inst. Geol. Bucureşti, 1984

[19] Rădulescu, D. *Petrografie magmatică şi metamorfică*. Ed. didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1981

Unele aspecte ale cercetării mineralogice pentru un zăcămînt din vestul Banatului

Şef. lucr. dr. ing. **M. Gheorghiţoiu**

Studiul de faţă a avut ca obiectiv punerea în evidenţă a acelor componente mineralogice care ar putea crea probleme în perioada de deschidere a stratului productiv şi de a stabili ponderea lor în cadrul fracţiei coloidale, de departe cea mai reactivă la contactul cu fluidele de deschidere sau cu fazele lichide mobile din rezervor [1].

În vederea atingerii acestui obiectiv, a fost preconizată efectuarea analizei de difracţie a razelor X pentru caracterizarea mineralogică a probelor mecanice prelevate din 16 sonde care au deschis zăcămîntul respectiv.

Modul de lucru

Difracţia razelor X s-a utilizat atît asupra probelor brute, cît şi asupra fracţiilor sub 1 μ, deoarece în primul caz s-a urmărit determinarea globală a componentelor, iar în al doilea caz — precizarea componentelor active din punctul de vedere al hidratării.

a. Pentru aplicarea metodei pe probele brute, acestea au fost fin mojarate în prealabil, apoi presate în cîte o matrice de material plastic, căutînd să se obţină probe neorientate, în scopul determinării tuturor componentelor mineralogice din probe.

În tabelul 1 sînt trecute rezultatele obţinute pentru cîteva probe reprezentative.

b. Componentele argiloase din fracţia coloidală au fost determinate folosind fracţiile separate şi orientate astfel, încît să se obţină determinarea acestor minerale coloidale cu maximum de sensibilitate.

Metoda de separare a fracţiei argiloase, în vederea studierii ei cu ajutorul razelor X, a fost necesară, deoarece mineralele argiloase sînt

Tabelul 1

Proba	Mineral:	Clorit	Mică	Caolinit	Cuarţ	Calcit	Dolomit	Feldspat plagioclaz
	Linii difracţie, Å	14,0	9,9	7,12	4,25 3,34	3,03	2,88	3,18
3			f. mult	puţin	mult			puţin
6			mult	f. puţin	mult	mult	urme	
10		moderat	moderat	puţin	f. mult	puţin	puţin	puţin
12			moderat	puţin	f. mult	moderat	moderat	puţin
15			mult	moderat	mult	puţin		puţin
	urme		mai puţin de 1		moderat		10 la 20	
	f. puţin		1 la 3		mult		15 la 40	
	puţin		3 la 10		f. mult		peste 40	

slab cristalizate în comparaţie cu celelalte componente mineralogice, liniile lor caracteristice fiind mult mai slabe în comparaţie cu cele ale mineralelor primare din probe [2].

Mostrele de studiat au fost pregătite astfel: 40 g de probă brută mojarată, trecută prin sita de 2 mm, a fost pusă la dispersat într-un litru de apă distilată. Pentru obţinerea unei suspensii stabile s-a folosit soluţie de 4 % NaOH pînă la realizarea unui $pH = 9{,}5$ (4 ml), ca agent chimic dispersant, combinat cu agitarea mecanică timp de 6 ore cu ajutorul unui agitator rotativ (50 rot/min).

Fracţia sub 1 micron s-a obţinut prin pipetarea unei porţiuni din suspensia respectivă la un anumit interval de timp şi de la un anumit nivel calculat cu ajutorul legii lui Stokes.

Obţinerea preparatelor monoionice saturate în K şi Ca din fracţia argiloasă s-a făcut prin tratarea acesteia cu soluţii saturate ale clorurilor respective şi îndepărtarea anionului prin spălări repetate.

Pentru identificarea mineralelor montmorillonitice s-a folosit etilen glicolul (EG). Saturarea probei de argilă calcică cu EG s-a făcut în condiţiile folosirii unei atmosfere saturate în această substanţă organică.

Criteriile de identificare a mineralelor din fracţia argiloasă, cu ajutorul metodei de difracţie a razelor X, sînt prezentate în tabelul 2.

Pentru determinarea compoziţiei mineralogice prin difracţia razelor X s-a folosit un difractometru DRON-2 cu radiaţia CuKα filtrată cu monocromator, utilizînd o viteză de baleiaj a goniometrului de 1°/min şi o viteză a hîrtiei de 600 mm/h. Tensiunea şi intensitatea curentului folosit au fost de 34 KV, respectiv 20 mA, iar puterea 680 W.

Calculul cantitativ a fost exprimat în procente din fracţia sub 1 micron, neglijînd mineralele ca feldspaţii, cuarţul, calcitul, silicea amorfă etc. cînd se găseau în cantităţi foarte mici.

Tabelul 2

Minerale \ Saturare	Linii de difracţie caracteristice, Å					
	K		Ca		EG	
Caolinit	7,14 :	3,57	7,14	3,57	7,14	3,57
Illit	10	4,95	10	4,95	10	4,95
Clorit	14	4,70	14	4,70	14	4,70
Montmorillonit	11—12		14—15			17
Cuarţ	4,25		4,25			4,25
Calcit	3,02		3,02			3,02

Rezultatele analizelor de difracţie ale fracţiilor argiloase din carotele cercetate sînt prezentate în tabelul 3.

Examinarea rezultatelor obţinute pe fracţia argiloasă a scos în evidenţă prezenţa următoarelor minerale argiloase: caolinit, illit, clorit şi montmorillonit.

Concomitenţa acestor minerale în probe a arătat că toate probele analizate conţin caolinit şi illit, cele mai multe din ele mai conţin clorit, iar altele, mai puţine, conţin şi montmorillonit. În cîteva probe montmorillonitul şi cloritul s-au găsit concomitent.

Din punct de vedere mineralogic, se pot distinge trei tipuri de diagrame de difracţie (fig. 1). Proba 13 (fig. 1 *a*) prezintă maxime (linii) bine individualizate pentru montmorillonit (14,2—16,8 Å), illit, (9,9—10 Å; 4,96—4,97 Å), caolinit (7,15—7,16 Å; 3,55—3,56 Å) şi cuarţ (4,24—4,25; 3,32 Å). Trebuie subliniat că linia de la 7,15—7,16 Å a caolinitului este foarte intensă în comparaţie cu linia montmorillonitului şi illitului, cu toate că conţinutul de caolinit nu este preponderent în probă, deoarece gradul de cristalinitate al caolinitului este mult mai mare decît al mineralelor tristratificate. În figura 1 *b* diagramele obţinute pentru proba şase arată un conţinut predominant de illit (liniile 9,9 Å şi 4,97 Å au o intensitate mare).

Tabelul 3

Proba	Saturare	Linii de difracție, Å	Caolinit, %	Illit, %	Clorit, %	Mont-morillonit, %	Cuarț	Calcit
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	K	3,32; 3,56; 4,68; 4,95; 7,18; 9,9; 14,0	26	52	22			
	Ca	3,36; 3,56; 4,68; 4,98; 7,12; 9,9; 14,2						
	EG	3,33; 3,56; 4,69; 4,58; 7,18; 10,0; 14,3						
2	K	3,34; 3,57; 4,98; 7,06; 10; 13,9;	49	33	18	+		
	Ca	3,33; 3,57; 4,97; 7,16; 9,9; 14,0						
	EG	3,34; 3,57; 4,95; 7,12; 10; 14,6; 18,1						
3	K	3,31; 3,56; 4,96; 7,12; 9,9; 9,9; 13,8	23	67	10	+		
	Ca	3,30; 3,57; 4,96; 7,18; 10,0; 13,9						
	EG	3,31; 3,58; 4,97; 7,13; 9,9; 13,8; 16,5						
4	K	3,31; 3,52; 4,70; 4,97; 7,10; 10,0; 12,3; 14,1;	30	56	14	+		
	Ca	3,31; 3,57; 4,92; 7,13; 10,0; 14,3						
	EG	3,31; 3,56; 4,97; 7,12; 10,0; 14,1; 16,5						
5	K	3,31; 3,57; 4,97; 7,16; 9,9; 14,1;	56	39	5			
	Ca	3,31; 3,56; 4,97; 7,16; 9,9; 14,1;						
	EG	3,31; 3,56; 4,97; 7,16; 9,9; 14,2						
6	K	3,31; 3,53; 4,97; 7,08; 9,9; 14,2	9	70	21			
	Ca	3,31; 3,55; 4,97; 7,08; 9,9; 14,3						
	EG	3,31; 3,52; 4,97 7,11; 9,9; 14,6						
7	K	3,32; 3,54; 4,23; 4,93 7,10; 9,9; 13,5	30	49	21	+	+	
	Ca	3,34; 3,54; 4,24; 4,90; 7,11; 9,9; 13,8						
	EG	3,33; 3,54; 4,24; 4,85 7,11; 9,9; 13,9						
8	K	3,32; 3,56; 4,25; 4,70; 4,95; 7,16; 10,0; 13,9	36	34	30	+		
	Ca	3,32; 3,55; 4,24; 4,70; 4,95; 7,15; 9,9; 14,0						
	EG	3,31; 3,54; 4,24; 4,70; 4,94; 7,11; 9,9; 14,0						
9	K	3,31; 3,57; 4,97; 7,10; 9,9; 14,0;	32	52	16	+		
	Ca	3,31; 3,57; 4,97; 7,12; 9,9; 14,4;						
	EG	3,32; 3,57; 4,77; 4,97; 7,13; 10,0; 14,0; 16,1						
10	K	3,32; 3,57; 4,71; 4,97; 7,15; 9,9; 14,1;	40	47	13			
	Ca	3,32; 3,57; 4,71; 4,97; 7,13; 10,0; 14,2;						
	EG	3,31; 3,56; 4,70; 4,99; 7,1; 10,0; 14,3;						

Continuare tabel 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
11	K	3,32 ; 3,56 ; 4,95 ; 7,16 ; 10,00 ; 13,8 ;	38	49	13			
	Ca	3,33 ; 3,55 ; 4,97 ; 7,17 ; 10,0 ; 13,9 ;						
	EG	3,34 ; 3,57 ; 4,99 ; 7,15 ; 10,0 ; 14,0 ;						
12	K	3,31 ; 3,56 ; 4,97 ; 7,12 ; 10,0 ; 14,1 ;	12	78	10			
	Ca	3,31 ; 3,56 ; 4,95 ; 7,12 ; 10,0 ; 14,0 ;						
	EG	3,31 ; 3,56 ; 4,96 ; 7,12 ; 10,0 ; 14,2 ;						
13	K	3,32 ; 3,55 ; 4,25 ; 4,70 ; 4,96 ; 7,15 ; 10,0 ; 12,3 ; 14,2 ;	40	39	+	21	+	
	Ca	3,32 ; 2,56 ; 4,15 ; 4,97 ; 715 ; 919 ; 14,2 ;						
	EG	3,32 ; 3,56 ; 4,24 ; 4,97 ; 7,15 ; 9,9 ; 14,2 ; 16,8 ;						
14	K	3,31 ; 3,57 ; 4,98 ; 7,10 ; 10,0 ; 14,1	36	52	12			
	Ca	3,31 ; 3,56 ; 4,97 ; 7,12 ; 9,9 ; 13,8						
	EG	3,31 ; 3,56 ; 4,97 ; 7,13 ; 9,9 ; 13,9						
15	K	3,31 ; 3,56 ; 4,69 ; 4,97 ; 7,12 ; 9,9 ; 14,1	30	56	14	+		
	Ca	3,31 ; 3,57 ; 4,71 ; 4,98 ; 7,18 ; 10,0 ; 14,2						
	EG	3,31 ; 3,56 ; 4,71 ; 4,95 ; 7,16 ; 9,9 ; 14,0 ; 16,0						
16	K	3,31 ; 3,56 ; 4,97 ; 7,11 ; 10,0 ; 14,0 ;	25	58	17			
	Ca	3,31 ; 3,57 ; 4,96 ; 715 ; 9,9 ; 14,0						
	EG	3,31 ; 3,56 ; 4,97 ; 7,13 ; 9,9 ; 13,8						

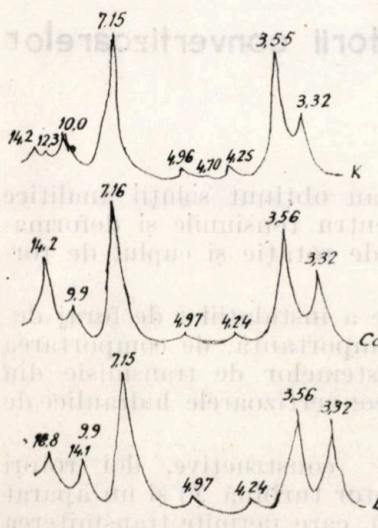


Fig. 1 *a*. Diagramele probei 13 : montmorillonit 21 % ; illit 39 % ; caolinit 40 %.

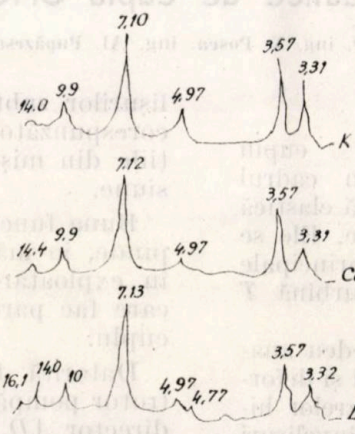


Fig. 1*b*. Diagramele probei 6 : clorit 21 % ; illit 70 % ; caolinit 9 %.

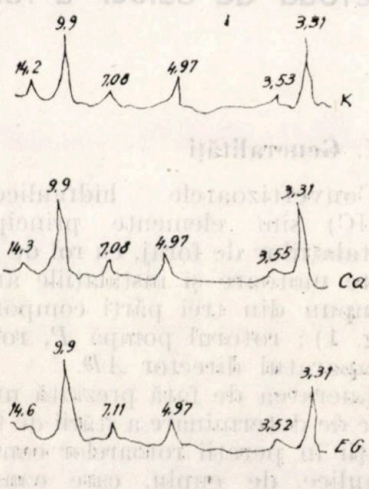


Fig. 1*c*. Diagramele probei 9 : clorit 16 % ; illit 52 % ; caolinit 32 %.

În cantitate mai mică în diagramă sînt prezentate liniile cloritului (14,2—14,6 Å) și coalinitului (7,08—7,11 Å și 3,52—3,55 Å). În figura 1*c* diagramele obținute pentru proba 9 arată o compoziție și mai complexă, deoarece pe lîngă illit (9,9—10 Å; 4,97 Å), caolinit (7,10—7,13 Å; 3,57 Å), clorit (14,0—14,4 Å; 4,77 Å) apare și montmorillonitul (16,1 Å pe diagrama probei saturată în EG).

În general, conținutul de caolinit variază în probele cercetate de la 7% (proba 6) la 56% (proba 5), majoritatea din ele avînd un conținut de 30—40% caolinit.

În ceea ce privește conținutul de illit, predominant în probele analizate, intervalul de variație este cuprins între 33% (proba 2) și 78% (proba 12), cu o frecvență mai mare a conținuturilor în jur de 49—52%.

Conținutul de clorit este, în general, mai scăzut, variind de la urme (proba 13) la 30% (proba 8).

Conținutul de montmorillonit în probele în care se găsește este mult mai scăzut, de la urme la 21% (proba 13).

Plecînd de la scopul acestei lucrări, respectiv găsirea posibilității de inducere a proceselor de blocare a formațiunilor productive de către unii constituenți mineralogici și ținînd cont de faptul că pentru mineralele argiloase prezente în probele analizate (caolinit, illit, clorit, montmorillonit) unele proprietăți fizico-chimice, cum ar fi suprafața specifică și capacitatea de schimb de ioni, au respectiv valorile aproximative ce se găsesc în următoarele relații [4; 5]:

$$10\ m^2/g < 30\ m^2/g < 40\ m^2/g < 6000\ m^2/g$$

$$7\ mesh/100\ g < 30\ mesh/100\ g <$$

$$< 35\ mesh/100\ g < 100\ mesh/100\ g$$

și că, de asemenea, reactivitatea fizico-chimică, la contactul cu filtratul din fluidul de foraj al mineralelor argiloase din rocile-rezervor este funcție, în mare măsură, de proprietățile enumerate mai sus și respectă aceleași relații de creștere pentru respectivele minerale, se poate afirma că în toate aceste probe pot apărea fenomene caracteristice blocajului formației — fixare de apă, umflare, migrare de particule — dar cu precădere în probele cu conținut de montmorillonit (2, 3, 4, 9, 13, 15).

În concluzie, analiza prin difracție a razelor X a pus în evidență, în aceste probe, prezența mineralelor argiloase, minerale care creează întotdeauna probleme la deschiderea stratului productiv. De aceea este necesar ca tehnologia de deschidere a stratului în acest zăcămînt să țină cont de prezența acestor minerale.

Bibliografie

[1] Manolescu, G. — *Rocile argiloase. Proprietăți.* Buletin I.P.G.G., vol. VI, 1960.

[2] Gâță, G. *Contribuții la studiul metodelor de determinare a structurii și compoziției chimice a mineralelor argiloase din soluri și sedimente.* Teză de doctorat, I.P. București, 1972.

[3] Gheorghițoiu, M. *Contribuții la cunoașterea influenței unor factori mineralogo-petrografici particulari, asupra proceselor de blocare a productivității stratelor și asupra tratamentelor pentru combaterea acestora.* Teză de doctorat, I.P.G. Ploiești, 1983.

[4] Grim, E. R. *Clay Mineralogy.* McGraw Hill Book Company, New-York, 1969.

[5] Weaver, E. Ch. Pollard, D. L. *The Chemistry of Clay Minerals.* Elsevier Scientific Publishing Company, New-York, 1975.

Metodă de calcul a tensiunilor și deformațiilor la rotorii convertizoarelor hidraulice de cuplu CHC

Prof. dr. ing. **N. Posea**, ing. **Al. Pupăzescu**

I. Generalități

Convertizoarele hidraulice de cuplu (CHC) sînt elemente principale în cadrul instalațiilor de foraj, cu rol de legătură elastică între motoare și instalațiile antrenate. Ele se compun din trei părți componente principale (fig. 1): rotorul pompă P, rotorul turbină T și aparatul director AD.

Lucrarea de față prezintă un procedeu analitic de determinare a stării de tensiuni și deformații în pereții rotoarelor convertizoarelor hidraulice de cuplu, care constituie învelișuri toroidale în mișcare de rotație. Prin metoda elaborată, bazată pe teoria de momente a învelișurilor subțiri, s-au obținut soluții analitice corespunzătoare pentru tensiunile și deformațiile din mișcarea de rotație și cuplul de torsiune.

Buna funcționare a instalațiilor de foraj depinde, în măsură importantă, de comportarea în exploatare a sistemelor de transmisie din care fac parte și convertizoarele hidraulice de cuplu.

Datorită formei constructive, doi rotori (rotor pompă P, rotor turbină T) și un aparat director AD (fig. 1), care permite transmiterea mișcării de la primar (motor) la secundar (mașina de lucru) prin intermediul unui fluid,

convertizoarele hidraulice de cuplu au următoarele caracteristici :

— realizează o variație continuă a momentului și a turației în funcție de momentul rezistent ;

— amortizează șocurile care intervin în timpul funcționării, protejînd atît motoarele de antrenare, cît și instalația antrenată ;

— amortizează vibrațiile torsionale ;

— asigură demararea lină a sarcinii, datorită alunecărilor ce se produc în aceste transmisii.

Proiectarea convertizoarelor hidraulice de cuplu se referă, în principal, la stabilirea formelor geometrice pe baza pierderilor hidraulice în cele trei elemente componente, ținînd seama de regimul de funcționare tehnologică și optimizarea randamentelor.

Nu se cunoaște pînă în prezent nici o metodă analitică pentru determinarea grosimii pereților învelișurilor de susținere a paletelor din cadrul rotorului pompă, rotorului turbină și părții fixe (aparatul director).

În vederea determinării stării de tensiuni și deformații, în rotorii amintiți se face ipoteza că aceștia constituie învelișuri subțiri de formă toroidală axial simetrice, aflate în mișcare de rotație.

Se admite, de asemenea, că învelișurile respective sînt de grosime constantă, ceea ce de fapt echivalează cu neglijarea rigidității pe care o introduc paletajele. Contribuția acestora se ia în considerare însă într-o formă aproximativă prin determinarea unei grosimi echivalente a pereților rotorilor.

II. Stabilirea solicitărilor rotorilor CHC

Principalele solicitări ale rotorilor convertizoarelor hidraulice de cuplu provin din mișcarea acestora și din cuplul de torsiune pe care-l transmit.

Pe baza principiului lui d'Alembert, tensiunile dinamice se determină ca tensiuni statice produse de forțele aplicate și de forțele de inerție.

În consecință, sarcinile din care vor fi determinate tensiunile sînt :

— forțele de inerție ;

— cuplul de torsiune.

Forțele de inerție se datoresc atît masei rotorului și paletelor, cît și masei fluidului ce se află în interiorul CHC-ului. Forțele de inerție corespunzătoare masei fluidului se reduc la o presiune exercitată pe paletele rotorului, care însă este mică în comparație cu forțele de inerție ale rotorului însuși.

Datorită cuplului de torsiune transmis, considerat cu valoarea corespunzătoare pentru funcționarea la parametrii de regim ai convertizorului, apare la baza paletei, pe care se exercită presiunea fluidului, o solicitare a învelișului rotorului.

Pe baza acestor ipoteze de solicitare se vor determina tensiunile și deformațiile în pereții rotorului pompă și rotorului turbină.

III. Determinarea tensiunilor și deformațiilor datorită forțelor de inerție

Rotorul pompă și rotorul turbină, constituind învelișuri subțiri de formă toroidală axial simetrice, aflate în mișcare de rotație, oricare element de înveliș este supus la o forță de inerție normală pe axa sa de simetrie (fig. 2 *a*).

Dacă se notează : r — raza cercului paralel ; h — grosimea învelișului ; r_1, raza meridianului ; r_2, a doua rază de curbură, există relațiile :

$$ds_1 = r_1 d\varphi ; \; ds_2 = r_2 \sin \varphi d\varphi = r d\theta .$$

În această situație forța de inerție are expresia :

$$dF_i = r\omega^2 dm = \rho h r \omega^2 dA .$$

Ținînd seama de simetrie, eforturile secționale pe fețele unui element $ds_1 ds_2$ sînt indicate în figura 2 *b*.

Ecuațiile de proiecție pe axele z și axa de simetrie și ecuația de momente în raport cu axa y conduc la sistemul de ecuații diferențial :

$$N_\varphi r_2 \sin \varphi + N_0 r_1 \sin \varphi + \frac{d}{d\varphi}(T_\varphi r_2 \sin \varphi) - $$

$$- \rho h r_2^2 r_1 \omega \sin^3 \varphi = 0$$

$$\frac{d}{d\varphi}[r_2 \sin \varphi (N_\varphi \sin \varphi + T_\varphi \cos \varphi)] = 0 \qquad (1)$$

$$\frac{d}{d\varphi}(M_\varphi r_2 \sin \varphi) - M_0 r_1 \cos \varphi - T_\varphi r_1 r_2 \sin \varphi = 0.$$

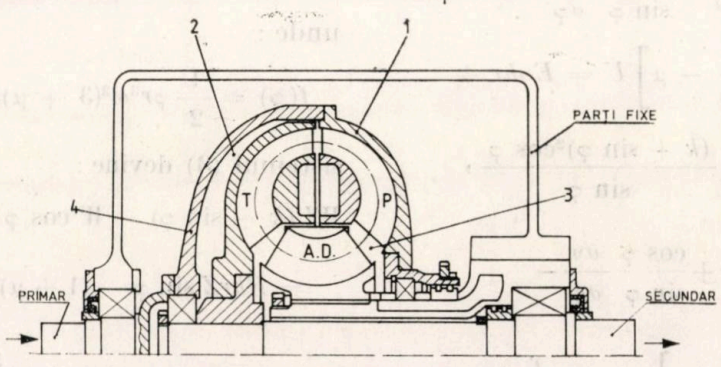


Fig. 1

Dacă se notează cu: u — deplasarea după direcţia axială; w — deplasarea după direcţia radială; ν — unghiul de rotire al normalei (fig. 3), din studiul aspectului geometric al problemei se reţin relaţiile:

$$\varepsilon_\theta = \frac{W}{r_2 \sin \varphi}, \qquad (2)$$

$$\nu r_1 = (\varepsilon_\varphi r_1 - \varepsilon_\theta r_2)\operatorname{ctg} \varphi - \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}\varphi}(\varepsilon_\theta r_2).$$

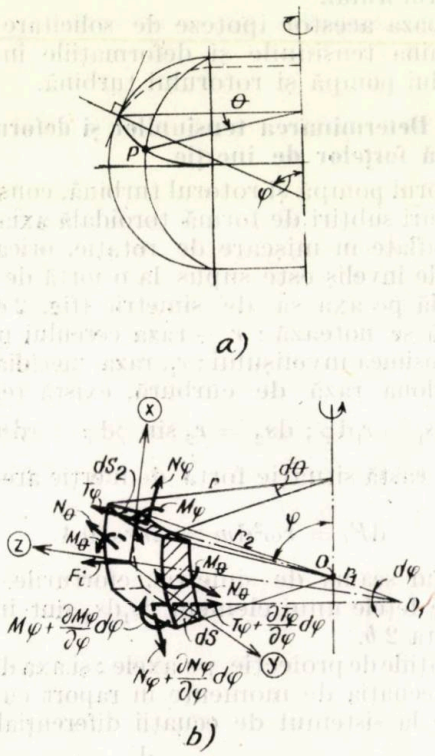


Fig. 2

În baza legii lui Hooke şi considerînd pentru învelişul făcînd parte dintr-un tor r_1, h constante, cele trei aspecte static, geometric şi fizic conduc la următorul sistem de ecuaţii:

$$\frac{k + \sin \varphi}{\sin \varphi} \frac{\partial^2 U}{\partial \varphi^2} + \frac{\cos \varphi}{\sin \varphi} \frac{\partial U}{\partial \varphi} - \left[\frac{\cos^2 \varphi}{\sin \varphi (k + \sin \varphi)} - \mu\right] U = E \nu h r + \rho h r^3 \omega^2 (3 + \mu) \frac{(k + \sin \varphi)^2 \cos \varphi}{\sin \varphi},$$

$$\frac{k + \sin \varphi}{\sin \varphi} \frac{\partial^2 \nu}{\partial \varphi^2} + \frac{\cos \varphi}{\sin \varphi} \frac{\partial \nu}{\partial \varphi} - \left[\frac{\cos^2 \varphi}{\sin \varphi (k + \sin \varphi)} + \mu\right] \nu = -\frac{r}{D} U, \qquad (3)$$

unde, în conformitate cu figura 4:

$$r = r_1 = \text{const}; \quad r_2 = \frac{a + r \sin \varphi}{\sin \varphi} = r \frac{k + \sin \varphi}{\sin \varphi};$$

$$k = \frac{a}{r}; \quad D = \frac{Eh^3}{12(1 - \mu^2)};$$

$$U = T_\varphi r_2.$$

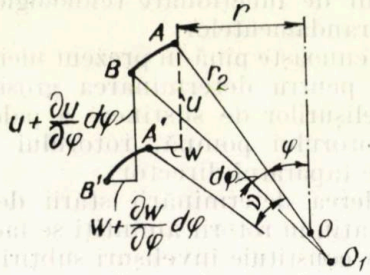


Fig. 3

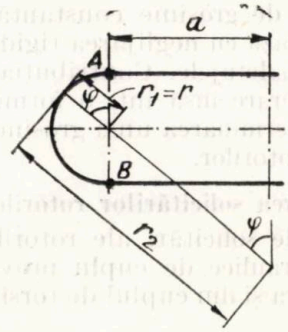


Fig. 4

Dacă se face substituţia:

$$U = \frac{1}{k + \sin \varphi} [W + f(\varphi)]; \quad \nu = \frac{1}{k + \sin \varphi} Z, \qquad (a)$$

unde:

$$f(\varphi) = \frac{1}{2} \rho r^3 \omega^2 (3 + \mu) h \int (k + \sin \varphi)^3 \, \mathrm{d}\varphi$$

sistemul (3) devine:

$$W''(k + \sin \varphi) - W' \cos \varphi + (1 + \mu) W \sin \varphi = EhrZ \sin \varphi - (1 + \mu)\left[\left(k^3 + \frac{3k}{2}\right)\varphi - (3k^2 + 1)\cos \varphi - \frac{3k}{2} \sin \varphi \cos \varphi +\right.$$

$$+\frac{1}{3}\cos^3\varphi\Big]\sin\varphi \tag{4}$$

$$Z''(k+\sin\varphi)-Z'\cos\varphi+(1-\mu)Z\sin\varphi=$$

$$=-\frac{r}{D}\left\{W\sin\varphi+\left[\left(k^3+\frac{3k}{2}\right)\varphi-\right.\right.$$

$$-(3k^2+1)\cos\varphi-\frac{3k}{2}\sin\varphi\cos\varphi+$$

$$\left.\left.+\frac{1}{3}\cos^3\varphi\right]\sin\varphi\right\}.$$

O simplificare a sistemului (3) se obține în ipoteza admiterii forței $dF_i = p ds_1 ds_2$, cu p constant, considerat cu valoarea maximă din punctul cel mai depărtat de axa de rotație. Rezultă astfel sistemul:

$$\frac{k+\sin\varphi}{\sin\varphi}\frac{\partial^2 U}{\partial\varphi^2}+\frac{\cos\varphi}{\sin\varphi}\frac{\partial U}{\partial\varphi}-$$

$$-\left[\frac{\cos^2\varphi}{\sin\varphi(k+\sin\varphi)}-\mu\right]U=$$

$$=Ehr\nu+pr^2(2+\mu)\frac{k+\sin\varphi}{\sin\varphi}\cos\varphi \tag{5}$$

$$\frac{k+\sin\varphi}{\sin\varphi}\frac{\partial^2\nu}{\partial\varphi^2}+\frac{\cos\varphi}{\sin\varphi}\frac{\partial\nu}{\partial\varphi}-$$

$$-\left[\frac{\cos^2\varphi}{\sin\varphi(k+\sin\varphi)}+\mu\right]\nu=-\frac{r}{D}\nu.$$

Folosind substituția (a) sub forma:

$$U=\frac{1}{k+\sin\varphi}W;\quad \nu=\frac{1}{k+\sin\varphi}\Theta \tag{b}$$

și trecînd de la φ la α prin $\alpha=\frac{\pi}{2}-\varphi$, sistemul (5) ia forma:

$$W''(k+\cos\alpha)+W'\sin\alpha+W(1+\mu)\cos\alpha=$$

$$=Ehr\Theta\cos\alpha+pr^2(2+\mu)\left(\frac{4k^2+1}{4}\sin\alpha+\right.$$

$$\left.+k\sin 2\alpha+\frac{1}{4}\sin 3\alpha\right). \tag{6}$$

$$\Theta''(k+\cos\alpha)+\Theta'\sin\alpha+\Theta(1-\mu)\cos\alpha=$$

$$=-\frac{r}{D}W\cos\alpha.$$

Deoarece sistemul (6) este un sistem de ecuații cu derivate parțiale de ordinul doi cu coeficienți variabili ce au forma $\sin\alpha$ și $\cos\alpha$ și care se pot dezvolta în serie, se va căuta o soluție de forma [1]:

$$W=\sum_0^\infty a_i\alpha^i;\quad \Theta=\sum_0^\infty b_i\alpha^i. \tag{c}$$

Pornind de la o soluție analoagă și dezvoltînd în serie funcțiile $\sin\alpha$ și $\cos\alpha$ în cele două ecuații ale sistemului (6), se ajunge la sistemul:

$$a_q\cdot q\cdot(q-1)(k+1)+$$

$$+\sum_{\gamma=1}^{q}a_{q-\gamma}\frac{(-1)^\gamma-1}{2}(-1)^{\frac{\gamma}{2}-1}\left[\frac{(q-\gamma)(q-\gamma-1)}{\gamma!}-\right.$$

$$\left.-\frac{q-\gamma}{(\gamma-1)!}-\frac{1+\mu}{(\gamma-2)!}\right]=$$

$$=-Ehr\sum_{\gamma=1}^{q}b_{q-\gamma}\frac{(-1)^{\gamma-1}-1}{2}\cdot\frac{(-1)^{\frac{\gamma}{2}-1}}{(\gamma-2)!}+$$

$$\frac{(-1)^q-1}{2}\cdot\frac{(-1)^{\frac{q-1}{2}}}{(q-2)!}\cdot p\cdot r^2\cdot(2+\mu)\left(k+\frac{1}{4}+\right.$$

$$\left.+k\cdot 2^{2\delta+1}+\frac{3}{4}^{2\delta+1}\right); \tag{7}$$

$$b_q\cdot q\cdot(q-1)(k+1)+\sum_{\gamma=1}^{q}b_{q-\gamma}\frac{(-1)^\gamma-1}{2}\cdot$$

$$\cdot(-1)^{\frac{\gamma}{2}-1}\left[\frac{(q-\gamma)(q-\gamma-1)}{\gamma!}-\frac{q-\gamma}{(\gamma-1)!}-\right.$$

$$\left.-\frac{1-\mu}{(\gamma-2)!}\right]=\frac{r}{D}\sum_{\gamma-1}^{q}a_{q-\gamma}\frac{(-1)^{\gamma-1}-1}{2}\cdot$$

$$\cdot\frac{(-1)^{\frac{\gamma-1}{2}}}{(\gamma-2)!}$$

în care:

$\delta=0$ cînd $q=3$; $\delta=1$ cînd $q=5$; $\delta=2$ cînd $q=7$ ș.a.m.d.

Deoarece primii patru coeficienți a_0, a_1, b_0, b_1 rămîn nedeterminați, se pot alege valori arbitrare, astfel:

- pentru $p=0$, $a_0'=b_0'=0$ și $a_1'=b_1'=1$
- pentru $(N_\varphi\sin\varphi+T_\varphi\cos\varphi)2\pi r=0$, $a_0''=b_0''=1$ și $a_1''=b_1''=0$
- pentru $p\neq 0$ $a_0'''=b_0'''=a_1'''=b_1'''=0$. (d)

În această situație, soluțiile (c) devin:

$$W=\sum_{i=1}^{\infty}A_i\left(\frac{\pi}{2}-\varphi\right)^i;\quad \Theta=\sum_{i=0}^{\infty}B_i\left(\frac{\pi}{2}-\varphi\right)^i. \tag{e}$$

unde:

$$A_i = C_1 a_i' + C_2 a_i'' + a_i''',$$
$$B_i = C_3 b_i' + C_4 b_i'' + b_i'''. \quad (8)$$

Constantele $C_i (i = 1, 2, 3, 4)$, urmînd a fi determinate din condițiile la limită.

În final rezultă:

$$U = \frac{1}{k + \sin\varphi} \sum_{i=0}^{\infty} A_i \left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right)^i;$$
$$v = \frac{1}{k + \sin\varphi} \sum_{i=0}^{\infty} B_i \left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right)^i. \quad (9)$$

Expresiile eforturilor (fig. 2 *b*), folosind semnificațiile din [1] și relațiile (9), devin:

$$T_\varphi = \frac{\sin\varphi}{r(k+\sin\varphi)} \sum_0^\infty A_i \left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right)^i,$$

$$N_\varphi = -\frac{\cos\varphi}{r(k+\sin\varphi)^2} \sum_0^\infty A_i \left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right)^i,$$

$$N_\theta = pr(k+\sin\varphi) + \frac{\cos\varphi}{r(k+\sin\varphi)^2} \sum_0^\infty A_i \left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right)^i +$$
$$+ \frac{1}{r(k+\sin\varphi)} \sum_0^\infty A_i \cdot i \left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right)^{i-1}, \quad (10)$$

$$M_\varphi = \frac{D}{r(k+\sin\varphi)^2} \left[(1-\mu)\cos\varphi \sum_0^\infty B_i \left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right)^i + \right.$$
$$\left. + (k + \sin\varphi) \sum_0^\infty B_i i \left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right)^{i-1}\right],$$

$$M_\theta = \frac{D}{r(k+\sin\varphi)^2} \left[(\mu-1)\cos\varphi \sum_0^\infty B_i \left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right)^i + \right.$$
$$\left. + \mu(k + \sin\varphi) \sum_0^\infty B_i \cdot i \left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right)^{i-1}\right].$$

Pentru tensiunile în fibrele externe se folosesc expresiile:

$$\sigma_\varphi = \frac{N_\varphi}{h} + \frac{6 M_\varphi}{h^2},$$
$$\sigma_\theta = \frac{N_\theta}{h} + \frac{6 M_\theta}{h^2}. \quad (11)$$

Deformațiile specifice se determină cu relațiile:

$$\varepsilon_\varphi = \frac{1}{E}(\sigma_\varphi - \mu\sigma_\theta),$$
$$\varepsilon_\theta = \frac{1}{E}(\sigma_\theta - \mu\sigma_\varphi). \quad (12)$$

IV. Determinarea tensiunilor și deformațiilor datorită cuplului de torsiune

Cuplul de torsiune transmis face ca fluidul din interiorul convertizorului să exercite o presiune pe paletele rotorilor. Ca urmare, în corpul rotorilor la baza paletelor apare un cuplu m, dirijat după M_0.

În acest caz, ecuațiile aspectului static (1) devin:

$$N_\varphi \cdot r_2 \sin\varphi + N_\theta r_1 \sin\varphi + \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}\varphi}(T_\varphi r_2 \sin\varphi) = 0,$$
$$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}_\varphi}[r_2 \sin\varphi(N_\varphi + T_\varphi \cos\varphi)] = 0, \quad (13)$$
$$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}\varphi}(M_\varphi r_2 \sin\varphi) - M_\theta r_1 \cos\varphi - T_\varphi r_1 r_2 \sin\varphi = \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}\varphi}(m r_1 \cos\varphi).$$

Folosind, de asemenea, substituția de tip (b), forma finală a sistemului (13) este:

$$W''(k + \cos\alpha) + W'\sin\alpha + (1+\mu)W\cos\alpha = Ehr\Theta\cos\alpha,$$
$$\Theta''(k + \cos\alpha) + \Theta'\sin\alpha + (1-\mu)\Theta\cos\alpha = -\frac{r}{D} W\cos\alpha + \frac{mr}{D}\left(k\sin\alpha + \frac{1}{2}\sin 2\alpha\right). \quad (14)$$

Căutînd o soluție de forma (c), relațiile de recurență pentru coeficienți sînt:

$$a_q \cdot q \cdot (q-1)(k+1) + \sum_{\gamma=1}^{\gamma=q} a_{q-\gamma} \frac{(-1)^\gamma - 1}{2} \cdot \cdot (-1)^{\frac{\gamma}{2}-1}\left[\frac{(q-\gamma)(q-\gamma-1)}{\gamma!} - \frac{q-\gamma}{(\gamma-1)!} - \frac{1+\mu}{(\gamma-1)!}\right] = -Ehr \sum_{\gamma-1}^{q} b_{q-\gamma} \frac{(-1)^{\gamma-1} - 1}{2} \cdot \cdot \frac{(-1)^{\frac{\gamma}{2}-1}}{(\gamma-2)!};$$

$$b_q q(q-1)(k+1) + \sum_{\gamma=1}^{q} b_{q-\gamma} \frac{(-1)^\gamma - 1}{2} \cdot \cdot (-1)^{\frac{\gamma}{2}-1}\left[\frac{(q-\gamma)(q-\gamma-1)}{\gamma!} - \frac{q-\gamma}{(\gamma-1)!} - \frac{1-\mu}{(\gamma-2)!}\right] = \frac{r}{D} \sum_{\gamma=1}^{q} a_{q-\gamma} \frac{(-1)^{\gamma-1} - 1}{2} \cdot \cdot \frac{(-1)^{\frac{\gamma}{2}-1}}{(\gamma-2)!} + \frac{mr}{D} \frac{(-1)^q - 1}{2} \cdot \cdot \frac{(-1)^{\frac{q-1}{2}}}{(q-2)}(k + 2^{2\delta}), \quad (15)$$

în care $\delta = 0$ cînd $q = 1$; $\delta = 1$ cînd $q = 3$; $\delta = 2$ cînd $q = 5$ ș.a.m.d.

Punînd și aici condiții arbitrare pentru determinarea primilor patru coeficienți, soluția obținută este de forma (9).

Tensiunile și deformațiile de la baza paletelor se pot determina în continuare cu relațiile (11) și (12).

V. Aplicarea metodei în cazul concret al convertizorului hidraulic de cuplu CHC—750

1. *Calculul rotorului pompă și carcasă pompă solicitate de forțele de inerție*

Se consideră rotorul pompă *1* (fig. 1) și carcasa pompă *4* (fig. 1), alcătuind același corp confecționat din aliaj de aluminiu. Folosind dimensiunile din desenul tehnic de execuție al CHC—750: $a = 248$ mm; $r = 127$ mm; $h = 17$ mm și mărimile $E = 0{,}7 \cdot 10^6$ daN/cm², $\mu = 0{,}34$, cu ajutorul relațiilor (7) se calculează coeficienții a_i și b_i din relațiile (8) în cele trei ipoteze (d):

$a'_1 = 1$ $\quad a''_0 = 1$

$a'_3 = 852974$ $\quad a''_2 = 2558923$

$a'_5 = -171237$ $\quad a''_4 = -429859$

$a'_7 = -55786$ $\quad a''_6 = -440386$

$a'_9 = 27248$ $\quad a''_8 = 169625$

$a'_{11} = -2923$ $\quad a''_{10} = -12308$

$a'_{13} = -214$ $\quad a''_{12} = -2871$

$a'_{15} = 74$ $\quad a''_{14} = 807$

$a'''_1 = 0$ $\quad b'_1 = 1$

$a'''_3 = 185{,}75\,p$ $\quad b'_3 = -9{,}369 \cdot 10^{-2}$

$a'''_5 = -32{,}37\,p$ $\quad b'_5 = -5{,}567 \cdot 10^{-1}$

$a'''_7 = -11{,}337p$ $\quad b'_7 = 1{,}687 \cdot 10^{-1}$

$a'''_9 = 5{,}75\,p$ $\quad b'_9 = -2{,}298 \cdot 10^{-3}$

$a'''_{11} = -0{,}5944\,p$ $\quad b'_{11} = -5{,}9 \cdot 10^{-3}$

$a'''_{13} = -0{,}0837\,p$ $\quad b'_{13} = 1{,}02 \cdot 10^{-3}$

$a'''_{15} = 0{,}00948\,p$ $\quad b'_{15} = -7{,}93 \cdot 10^{-4}$

$b''_0 = 1$ $\quad b'''_1 = 0$

$b''_2 = -1{,}117 \cdot 10^{-1}$ $\quad b'''_3 = 0$

$b''_4 = -2{,}816$ $\quad b'''_5 = -1{,}23 \cdot 10^{-4}\,p$

$b''_6 = 7{,}127 \cdot 10^{-1}$ $\quad b'''_7 = 3{,}528 \cdot 10^{-5}\,p$

$b''_8 = 5{,}76 \cdot 10^{-2}$ $\quad b'''_9 = -2{,}9 \cdot 10^{-5}\,p$

$b''_{10} = -4{,}954 \cdot 10^{-2}$ $\quad b'''_{11} = -1{,}219 \cdot 10^{-6}\,p$

$b''_{12} = 7{,}01 \cdot 10^{-3}$ $\quad b'''_{13} = 1{,}33 \cdot 10^{-6}\,p$

$b_{14} = -1{,}33 \cdot 10^{-3}$ $\quad b'''_{15} = -1{,}09 \cdot 10^{-8}\,p$

Se apreciază că nu sînt necesari mai mulți termeni, întrucît ultimii termeni considerați prezintă descreșteri rapide.

Condițiile la limită, pe baza cărora se vor calcula constantele $C_{1.2.3.4}$ din relațiile (8), se obțin din ipoteza de încastrare a învelișului în punctele A și B (fig. 4). Astfel, condițiile de rotire nulă în A $(\varphi = 0)$ și B $(\varphi = \pi)$:

$$\nu\Big|_{\varphi=0} = 0 \quad \text{și} \quad \nu\Big|_{\varphi=\pi} = 0, \tag{f}$$

în baza relațiilor (b) și (e) conduc la sistemul:

$$\begin{aligned} &C_3 \sum_{i=0}^{15} b'_i \left(\frac{\pi}{2}\right)^i + C_4 \sum_{i=0}^{15} b''_i \left(\frac{\pi}{2}\right)^i + \\ &+ \sum_{i=0}^{15} b'''_i \left(\frac{\pi}{2}\right)^i = 0, \\ &C_3 \sum_{i=0}^{15} b'_i \left(-\frac{\pi}{2}\right)^i + C_4 \sum_{i=0}^{15} b''_i \left(-\frac{\pi}{2}\right)^i + \\ &+ \sum_{i=0}^{15} b'''_i \left(-\frac{\pi}{2}\right)^i = 0. \end{aligned} \tag{17}$$

Condițiile de deplasări nule în $A(\varphi = 0)$ și $B(\varphi = \pi)$

$$W\Big|_{\varphi=0} = 0 \quad \text{și} \quad W\Big|_{\varphi=\pi} = 0, \tag{g}$$

ținînd seama de relațiile (2) și expresia $\varepsilon_0 = \frac{1}{E}(N_0 - \mu N_\varphi)$ pentru axul învelișului, devin:

$$N_0\Big|_{\varphi=0} = \mu N_\varphi\Big|_{\varphi=0} \quad \text{și} \quad N_0\Big|_{\varphi=\pi} = \mu N_\varphi\Big|_{\varphi=\pi} \tag{h}$$

Înlocuind expresiile eforturilor N_0, N_φ din (10) în (h) se obține sistemul:

$$\begin{aligned} &\frac{1+\mu}{rk^2}\left[C_1 \sum_1^{15} a'_i \left(\frac{\pi}{2}\right)^i + C_2 \sum_1^{15} a''_i \left(\frac{\pi}{2}\right)^i + \right. \\ &\left. + \sum_1^{15} a'''_i \left(\frac{\pi}{2}\right)^i\right] + \frac{1}{rk}\left[C_1 \sum_1^{15} a'_i\, i \left(\frac{\pi}{2}\right)^{i-1} + \right. \\ &\left. + C_2 \sum_1^{15} a''_i \cdot i \cdot \left(\frac{\pi}{2}\right)^{i-1} + \sum_1^{15} a'''_i \cdot i \cdot \left(\frac{\pi}{2}\right)^{i-1}\right] + \\ &+ prk = 0. \end{aligned}$$

$$\frac{1+\mu}{rk^2}\left[C_1\sum_1^{15}a_i'\left(-\frac{\pi}{2}\right)^i+C_2\sum_1^{15}a_i''\left(-\frac{\pi}{2}\right)^i+\right.$$

$$\left.+\sum_1^{15}a_i'''\left(\frac{\pi}{2}\right)^i\right]-\frac{1}{rk}\left[C_1\sum_1^{15}a_i'\cdot i\left(-\frac{\pi}{2}\right)^{i-1}+\right.$$

$$\left.+C_2\sum_1^{15}a_i''i\left(-\frac{\pi}{2}\right)^{i-1}+\sum_1^{15}a_i'''\cdot i\cdot\left(-\frac{\pi}{2}\right)^{i-1}\right]-$$

$$-prk=0. \qquad (18)$$

Rezolvînd sistemele (17) și (18), care au devenit independente, rezultă :

$$C_1=-5{,}06\cdot10^{-4}\,p\,;\ C_2=0\,;\ C_3=-3{,}438\cdot10^{-4}\,p\,;$$

$$C_4=0. \qquad (19)$$

Cu aceste constante se calculează coeficienții A_i, B_i (relația 8) și, apoi, folosind expresiile (10), se determină eforturile ale căror variații, pe întreg învelișul, sînt reprezentate în figura 5.

Dacă se face echivalența dintre p și forța de inerție, se poate scrie :

$$p=\frac{\rho\omega^2}{2\cdot10^5}(r_{ext}^2-r_{int}^2),\ \text{daN/cm}^2\,; \qquad (i)$$

în care :

ρ este densitatea materialului, kg/m^3 ;
r_{int} — raza interioară, m ;
r_{ext} — raza exterioară, m ;
ω — viteza unghiulară, rad/s.

Masa paletelor s-a considerat distribuită uniform pe paletele învelișului, ceea ce a condus la următoarele mărimi echivalente :

$$a'=248\ \text{mm}\,;\ r=53\ \text{mm}\,;\ r'_{int}=349\ \text{mm}\,;$$

$$r'_{ext}=402\ \text{mm}.$$

Pe baza acestora, s-a evaluat presiunea p(i) și s-au determinat deformațiile specifice (12), trecute în tabelul 1, a căror variație este de tipul celei din figura 6.

2. *Calculul rotorului pompă și carcasă pompă solicitate de cuplul de torsiune*

Cu ajutorul relațiilor (15) se determină coeficienții a_i și b_i punînd condițiile :

— pentru $m=0$ $a_0'=b_0'=0$ și $a_1'=b_1'=1$

— pentru $(N_\varphi\sin\varphi+T_\varphi\cos\varphi)2\pi r=0$

$a_0''=b_0''=1$ și $a_1''=b_1''=0$

— pentru $m\neq0$ $a_0'''=b_0'''=a_1'''=b_1'''=0$.

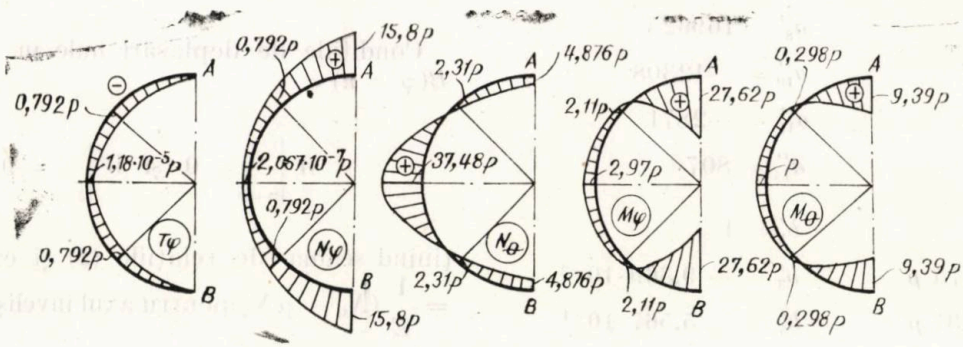


Fig. 5

Tabelul 1

n, rot/min	p, daN/cm^2	$\varphi=0$				$\varphi=\frac{\pi}{2}$			
		σ_φ, daN/cm^2	σ_θ, daN/cm^2	ε_φ, %	ε_θ, %	σ_φ, daN/cm^2	σ_θ, daN/cm^2	ε_φ %,	ε_θ, %
1 000	5,89	392,48	97,92	0,051	—0,005	—36,32	117,62	—0,011	0,018
1 100	7,13	475,11	118,54	0,062	—0,006	—43,96	142,38	—0,013	0,022
1 200	8,48	565,07	140,98	0,074	—0,007	—52,28	169,34	—0,016	0,027
1 300	9,96	663,69	165,59	0,087	—0,008	—61,41	198,9	—0,018	0,031
1 400	11,56	770,31	192,19	0,1	—0,01	—71,28	230,85	—0,021	0,036
1 500	13,26	883,59	220,46	0,115	—0,011	—81,76	264,8	—0,024	0,042

Se poate observa ușor că valorile coeficienților a'_i, b'_i, a''_i și b''_i sînt aceleași ca cele din paragraful V.*1*. Coeficienții a'''_i și b'''_i au valorile:

$$a'''_1 = 0 \qquad b'''_1 = 0$$

$$a'''_3 = 0 \qquad b'''_3 = 6{,}53 \cdot 10^{-6} m$$

$$a'''_5 = 1{,}671\ m \qquad b'''_5 = -7{,}315 \cdot 10^{-7}\ m$$

$$a'''_7 = -4{,}377 \cdot 10^{-1} m \qquad b'''_7 = -4{,}759 \cdot 10^{-7}\ m$$

$$a'''_9 = -9{,}286 \cdot 10^{-3} m \qquad b'''_9 = 2 \cdot 10^{-7}\ m$$

$$a'''_{11} = 1{,}7327 \cdot 10^{-2} m \qquad b'''_{11} = -1{,}69 \cdot 10^{-8}\ m$$

$$a'''_{13} = -2{,}764 \cdot 10^{-3} \qquad b'''_{13} = -2{,}198\ 10^{-9}\ m$$

$$a'''_{15} = 2{,}797 \cdot 10^{-5}\ m \qquad b'''_{15} = 5{,}433 \cdot 10^{-10}\ m.$$

unde:

$p = 1\,050$ kW este puterea maximă transmisă;

$n = 1\,200$ rot/min — turația;

$n_p = 18$ — numărul paletelor;

$R = 12{,}7$ cm — raza interioară a torului.

Rezultă:

$$m = 232{,}69 \text{ daN}$$

Cu aceste date se pot calcula deformațiile specifice pentru $\varphi = 0$ și $\varphi = \frac{\pi}{2}$, obținîndu-se ur-

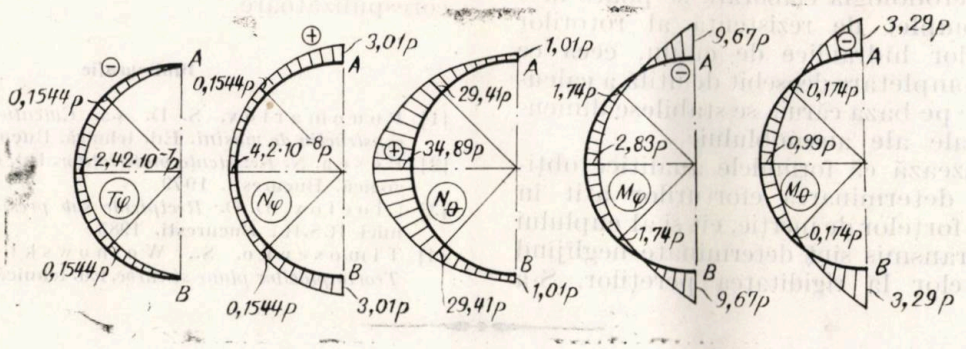


Fig. 6

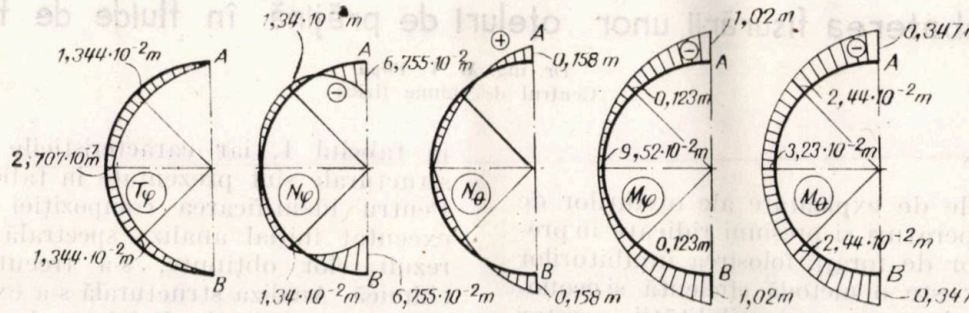


Fig. 7

În baza acelorași condiții la limită se obțin pentru constantele C_i valorile:

$$C_1 = -6{,}59 \cdot 10^{-6} m;\ C_2 = 0;\ C_3 = 1{,}104 \cdot 10^{-5} m;$$

$$C_4 = 0. \qquad (20)$$

Cu aceste constante se calculează constantele A_i și B_i (relația 8) și apoi, folosind expresiile (10), se determină eforturile ale căror variații, pe întreg învelișul, sînt reprezentate în figura 7.

Pentru determinarea valorii lui m s-a ținut seama de faptul că rotorul pompă are 18 palete și că cuplul de torsiune transmis se repartizează uniform pe paletaje.

În acest caz, se obține:

$$m = 95500 \frac{p}{n} \cdot \frac{1}{n_p} \cdot \frac{2}{\pi R}$$

mătoarele valori:

$$\varepsilon_\varphi\Big|_{\varphi=0} = -0{,}19\,\%; \qquad \varepsilon_0\Big|_{\varphi=0} = 0{,}048\,\%;$$

$$\varepsilon_\varphi\Big|_{\varphi=\frac{\pi}{2}} = -0{,}058\,\%; \qquad \varepsilon_0\Big|_{\varphi=\frac{\pi}{2}} = -6{,}6 \cdot 10^{-7}\,\%.$$

Concluzii

a. Pereții rotorilor convertizoarelor hidraulice de cuplu constituie învelișuri toroidale în mișcare de rotație, cu o configurație complexă, mai ales dacă se ține seama de existența paletelor, pentru care nu există în literatura de specialitate o metodă de calcul adecvată.

În lucrarea de față s-a stabilit o metodă de calcul a tensiunilor și deformațiilor produse în pereții rotorului pompă și rotorului turbină atît din forțele de inerție ce apar din mișcarea de rotație a ansamblului, cît și din cuplul de torsiune pe care îl transmite convertizorul.

b. Metoda de calcul elaborată, bazată pe teoria de momente a învelișurilor subțiri, s-a obținut prin adoptarea unor soluții de tip polinomial pentru cele două ecuații diferențiale (6) obținute din prelucrarea celor trei aspecte ale problemei (aspectul static, geometric și fizic). În cadrul metodei se precizează expresiile analitice pentru eforturile secționale (10) și se dau relațiile cunoscute pentru calculul tensiunilor maxime și al deformațiilor specifice. În consecință, prin metodologia elaborată se poate face un calcul complet de rezistență al rotorilor convertizoarelor hidraulice de cuplu, ceea ce constituie o completare deosebit de utilă a calculului hidraulic pe baza căruia se stabilesc dimensiunile generale ale ansamblului.

c. Se precizează că formulele analitice obținute pentru determinarea eforturilor atît în cazul acțiunii forțelor de inerție, cît și al cuplului de torsiune transmis sînt determinate neglijînd aportul paletelor la rigiditatea pereților. S-a ținut însă seama de forța de inerție transmisă de acestea pe baza unei grosimi echivalente a pereților rotorilor.

d. Luarea în considerare, la calculul de rezistență, a tuturor particularităților geometrice ale convertizoarelor hidraulice de cuplu împreună cu efectele dinamice ale mișcării lichidului în interiorul rotorilor va fi posibilă pe baza metodei elementului finit care în faza actuală nu a putut fi folosită, datorită numărului mare de elemente pe care îl necesită și memoriei insuficiente a calculatoarelor de tip FELIX 250.

e. Calculele numerice efectuate pentru CHC 750 conduc la concluzia că atît tensiunile, cît și deformațiile sînt relativ mici, ceea ce dovedește că dimensiunile adoptate de proiectant sînt corespunzătoare.

Bibliografie

[1] Ponomariov, S. D. ș.a., *Calculul de rezistență în construcția de mașini*. Ed. tehnică, București, 1963

[2] Posea, N. *Rezistența materialelor*. Ed. didactică și pedagogică, București, 1979

[3] Cioclov, D. D. *Recipiente sub presiune*. Ed. Academiei R.S.R., București, 1983

[4] Timosenko, S., Woinowski-Krieger, S. *Teoria plăcilor plane și curbe*, Ed. tehnică, București, 1968

Combaterea fisurării unor oțeluri de prăjină în fluide de foraj

Dr. ing. **M. V. Popa**
Centrul de chimie fizică

Introducere

În condițiile de exploatare ale oțelurilor de prăjină (temperaturi și presiuni ridicate în prezența fluidelor de foraj), folosirea inhibitorilor de coroziune este o metodă eficientă și economică în combaterea susceptibilității acestor oțeluri la coroziune fisurantă sub tensiune.

Dintre inhibitorii folosiți pentru a reduce susceptibilitatea la coroziune fisurantă a oțelurilor în mediile specifice din industria petrolieră au fost folosite: piridină 1% [1]; alcool propargilic 0,2—1%; dibutil tiouree 0,2%; alchil piridină 0,2% [2]; inhibitori tip ACOR [3—6].

Prezenta lucrare analizează combaterea coroziunii fisurante sub tensiune a oțelurilor de prăjină E, G—105 și S—135 în fluide de foraj, cu ajutorul inhibitorului ACOR—22 și magnetită.

Partea experimentală

Încercările experimentale s-au efectuat pe oțelurile de prăjină grad E, G—105 și S—135, oțeluri slab aliate de mare rezistență mecanică, ale căror caracteristici compoziționale sînt date în tabelul 1, iar caracteristicile mecanice și structurale sînt prezentate în tabelul 2.

Pentru identificarea compoziției chimice s-a executat inițial analiza spectrală și, pe baza rezultatelor obținute, s-a trecut la analiza chimică. Analiza structurală s-a executat la un microscop optic tip Reichert, după ce probele au fost atacate cu nital 2%.

Epruvetele de oțel au avut diametrul de 3 mm, filetate la ambele capete.

Epruvetele au fost supuse tensionării la alungire unidirecțională de 45 kgf/mm², cu ajutorul unor aparate tip Unisteel-Distington și introduse într-o celulă de coroziune.

Înaintea fiecărei determinări, epruvetele au fost șlefuite mecanic pe hîrtie metalografică, pînă la granulație 800, după care au fost degresate în benzen timp de 5 min și spălate cu acetonă.

Mediile corosive folosite în determinări au constat din două tipuri de fluide de foraj, a căror compoziție este redată în tabelul 3.

Determinările s-au efectuat în aceste fluide de foraj, în prezența de hidrogen sulfurat. În mediile saturate cu hidrogen sulfurat, acest gaz a fost barbotat în fluidul de foraj, prin

Tabelul 1

Caracteristicile compoziționale ale oțelurilor de prăjină studiate

Tip de oțel	Compoziție chimică, %											
	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni*	Mo	V	Ti*	Al*	Co*
E	0,41	0,91	0,35	0,015	0,019	0,83	0,1	0,25	0,25	0,001	0,1	0,001
G—105	0,37	0,91	0,21	0,010	0,015	0,73	0,1	0,28	0,25	0,001	0,1	0,001
S—135	0,51	1,02	0,28	0,015	0,015	0,65	0,1	0,10	0,25	0,001	0,1	0,001

* — determinări compoziționale prin analiză spectrală

Tabelul 2

Caracteristicile structurale și mecanice ale oțelurilor de prăjină studiate

Tip de oțel	Structură	Limita de curgere $\sigma_{0,2}$, kgf/mm²	Rezistența la rupere, σ_r, kgf/mm²
E	troostită de revenire	52,70—73,80	70,30
G—105	troostită de revenire	73,80—94,90	80,80
S—135	structură de revenire fină	94,90—116,00	101,90

Tabelul 3

Compoziția fluidelor de foraj folosite în determinări

Tip de fluid de foraj	
Pe bază de apă dulce	Pe bază de produs petrolier
Suspensie de argilă = 6 cP	CaO = 1,6 %
Extract bazic = 2 %	Raport ulei/apă = 72/28
Ferocromlignosulfonat = 1 %	$CaCl_2$ = 33 %
NaOH = 0,25 %	Barit pînă la greut. specifică = = 1,5
Carboximetilceluloză = 1 %	Emrom = 11 %
$Na_2Cr_2O_7$ = 0,01 %	ASAL = 11 %

trecerea sa din aparatul Kipp, după o purificare de urmele de acid clorhidric prin vase cu $CaCl_2$, NaOH și iod. Barbotarea de hidrogen sulfurat s-a făcut într-o cantitate mai mare de fluid de foraj, în recipienți separați, timp de 24 ore, de unde soluția corosivă a fost apoi transvazată în celula de coroziune. Barbotarea în timpul determinării s-a făcut timp de 2 ore la fiecare 24 ore, pentru a menține soluția saturată cu hidrogen sulfurat.

Concentrațiile de 2 500 ppm H_2S, în fluidul de foraj, s-au realizat din calculul stoechiometric al reacției totale:

$$Na_2S + 2HCl \rightarrow H_2S + 2NaCl.$$

Toate încercările s-au efectuat la temperatura de fierbere a fluidelor de foraj de aprox. 100°C.

Pentru toate încercările efectuate, s-a urmărit modul de fracturare al epruvetelor în fluidele de foraj, prin analiză microscopică pe șlifurile metalografice obținute în secțiune longitudinală, după atacul acestora cu nital 2 %. S-au obținut astfel microfractografii la măriri ×100.

Rezultate experimentale și discuții

Încercările efectuate în mediul cu 2 500 ppm s-au făcut atît în fluidul de foraj pe bază de apă dulce, cît și în cel pe bază de produs petrolier. Probele de oțel au fost menținute pînă la 3 000

Tabelul 4

Rezistența la coroziune fisurantă a oțelurilor de prăjină tensionate la 45 kgf/mm², în fluid de foraj, în prezență de H_2S, la 100 °C.

Tip de oțel	Fluid de foraj	Timp fracturare, h	Observații
E	Pe bază de apă dulce + 2500 ppm H_2S	1979,9	cor. preferențl.
G—105	Pe bază de apă dulce + 2500 ppm H_2S	2234,0	cor. preferențl.
S—135	Pe bază de apă dulce + 2500 ppm H_2S	>2500,0	cor. preferențl.
E	Pe bază de prod. petrolier + 2500 ppm H_2S	>2500,0	cor. preferențl.
G—105	Pe bază de prod. petrolier + 2500 ppm H_2S	>2500,0	cor. preferențl.
S—135	Pe bază de prod. petrolier + 2500 ppm H_2S	>2500,0	cor. preferențl.
E	Pe bază de apă dulce + H_2S (sat)	1297,9	cor. intergr.
G—105	Pe bază de apă dulce + H_2S (sat)	1426,5	cor. intergr.
S—135	Pe bază de apă dulce + H_2S (sat)	>2500,0	fisuri intergr.

Tabelul 5

Rezistența la coroziune fisurantă a oțelurilor de prăjină, tensionate la 45 kgf/mm², în fluid de foraj pe bază de apă dulce + H_2S (sat), la 100 °C, în prezența de inhibitor ACOR—22 (imersie) sau de consumator de H_2S, magnetită 1 %.

Tip de oțel	Fluid de foraj pe bază de apă dulce + H_2S (sat) în prezență de :	Timp de fracturare, h	Observații
E	ACOR—22 (imersie)	2746,25	lipsă fisuri
G—105	ACOR—22 (imersie)	2975,50	lipsă fisuri
S—135	ACOR—22 (imersie)	>3000,00	lipsă fisuri
E	magnetită 1 %	>3000,00	lipsă fisuri
G—105	magnetită 1 %	>3000,00	lipsă fisuri
S—135	magnetită 1 %	>3000,00	lipsă fisuri

ore în condițiile menționate. S-a constatat că, după această perioadă de timp, oțelurile grad E și G—105 s-au fracturat numai în fluidul de foraj pe bază de apă dulce. Acest rezultat indică faptul că fluidul de foraj pe bază de apă dulce este mai corosiv din punctul de vedere al procesului de coroziune fisurantă sub tensiune, decît fluidul de foraj pe bază de produs petrolier. De aceea, încercările în prezență de H_2S (sat) s-au făcut numai în fluidul de foraj pe bază de apă dulce. În acest din urmă caz, s-a constatat fracturarea tot numai a oțelurilor E și G—105, însă mult mai rapidă decît în cazul concentrației în mediu de 2 500 ppm H_2S, conform datelor prezentate în tabelul 4.

Din studiile de microscopie metalografică, efectuate pentru a depista eventualele fisuri pe probele încercate, în scopul stabilirii rezistenței la coroziune fisurantă sub tensiune s-a observat că oțelul S—135 are o bună rezistență la coroziune fisurantă sub tensiune în fluidele de foraj studiate, comparativ cu celelalte două oțeluri E și G—105. Este de menționat totuși faptul că, după mai multe de 2 500 ore de imersie a oțelului S—135 în fluidul de foraj pe bază de apă dulce în prezență de H_2S (sat), s-au observat fisuri intergranulare și pe acest oțel.

Combaterea coroziunii fisurante sub tensiune a oțelurilor de prăjină studiate s-a făcut în fluidul de foraj pe bază de apă dulce, în aceleași condiții de tensiune mecanică aplicată probelor și de temperatură a mediului, cu ajutorul inhibitorului ACOR—22 (imersie) și al consumatorului de hidrogen sulfurat, magnetita 1 %. Probele au fost menținute în mediu pînă la 3 000 ore, timp în care fracturarea s-a produs tot numai pe oțelurile E și G—105.

După studierea microscopică a epruvetelor menținute în mediul corosiv, s-a constatat că atît inhibitorul ACOR—22 (imersie), cît și magnetita 1 % a protejat bine oțelul la coroziune fisurantă sub tensiune, pe niciuna din probe neobservîndu-se prezența de fisuri intergranulare.

În tabelul 5 sînt redate încercările efectuate în fluidul de foraj pe bază de apă dulce în prezența de H_2S(sat) și în prezența inhibitorului ACOR—22 sau al consumatorului de hidrogen sulfurat, magnetita.

Concluzii

Studiul coroziunii unor oțeluri de prăjină în fluide de foraj a scos în evidență următoarele :

- coroziunea fisurantă sub tensiune a oțelurilor de prăjină studiate este mai puternică în fluidul de foraj pe bază de apă dulce decît în fluidul de foraj pe bază de produs petrolier ;
- susceptibilitatea la fracturare în fluid de foraj este mai puternică cînd concentrația de hidrogen sulfurat din mediu a fost mai mare ;
- fracturarea oțelurilor de prăjină studiate în fluid de foraj pe bază de apă dulce este rezultatul coroziunii preferențiale sau al coroziunii fisurante intergranulare ;
- ordinea susceptibilității la fracturare a oțelurilor de prăjină studiate în fluid de foraj pe bază de apă dulce este :
  $E > G—105 > S—135$;
- inhibitorii ACOR—22 (imersie) și magnetita 1 % micșorează susceptibilitatea la coroziune fisurantă sub tensiune a oțelurilor de prăjină studiate, recomandîndu-se pentru fluid de foraj pe bază de apă dulce în combaterea corosivității acestuia, în prezența de hidrogen sulfurat.

Bibliografie

[1] Couper, A. S. Materials protection, vol. 25, nr. 10, 1969, p. 17.

[2] Keeney, B. R., Lasater, R. M., Knox, J. A. Materials protection, vol. 7, 1968, p. 23.

[3] Radovici, O., Popa, M. V. Revista de chimie vol. 27, nr. 1, 1976, p. 49.

[4] Popa, M. V., Revista de chimie, vol. 27, nr. 6, 1976, p. 514.

[5] Popa, M. V. Revista de chimie, vol. 29, nr. 7, 1978, p. 669.

[6] Popa, M. V. Mine, petrol. gaze, vol. 29, nr. 6, 1978, p. 278.

INFORMAŢIE Gazele naturale în economia S. U. A. (II)

Una din instalaţiile de uscare a gazelor cu alumină activată se află la Chicasha (Oklahoma) şi are capacitatea de 2 mil. m^3/24 ore. Presiunea de lucru este de 67 kgf/cm^2. Instalaţia este prevăzută cu doi adsorberi de ∅600 mm, avînd înălţimea de 6m şi divizaţi în cîte cinci trepte, pe care se găseşte un strat sorbant de 100 mm grosime. Ciclul de adsorbţie durează opt ore, regenerarea patru ore cu gaz uscat încălzit la 230 °C. Pentru încălzirea gazelor, în cadrul instalaţiei, există o baterie de cazane care produc abur la 20 atm. Punctul de rouă obţinut este —30 °C.

La staţia de uscare Point Barrow (Texas) avînd capacitatea de circa 16 mil. Nm^3/zi, echipamentul constă în patru contactoare de cîte Ø 1 500 mm udate cu trietilenglicol. În sistemul din instalaţie circulă 45 m^3 trietilenglicol (1,5 l trietilenglicol la 1 000 m^3 de gaz uscat). Regenerarea trietilenglicolului se face prin încălzire pînă la 192—195 °C cînd ajunge la fierbere şi din el se evaporă apa. Trietilenglicolul regenerat este răcit şi apoi depozitat într-un rezervor intermediar de unde este preluat din nou pentru injectarea în contactoare. Înainte de a intra în instalaţia de regenerare, trietilenglicolul este trecut printr-o baterie de filtre cu strat textil. Punctul de rouă obţinut este de —22 la — 25 °C şi este determinat, de obicei, cu aparate electronice care înregistrează automat valorile orare. Aceste aparate sînt produse de firma „Rafiner Suppaly".

Exploatarea staţiilor de uscare nu necesită personal permanent de serviciu, datorită armăturilor sigure în funcţionare, existenţa pompelor de rezervă, precum şi a unui sortiment bogat de aparatură de măsură-control şi a altor mijloace sau subsisteme de automatizare.

Companiile de gaze naturale au stabilit că economic este mai rentabil să se extragă şi să se vîndă separat condensatul şi propanul, butan etc. decît valorificarea acestor subproduse în amestec cu gazul natural.

Proiectarea conductelor de transport se realizează prin firme specializate sau de către organisme proprii de proiectare ale companiei beneficiare. De pildă, compania „Transco" deţine o secţie proprie de proiectare alcătuită din 210 oameni care execută toate lucrările de proiectare, ceea ce înseamnă anual peste 300—400 km conducte şi două-trei staţii de compresoare. Proiectarea se conduce după normele propriu „American Standard Gas Transmission and Distribution Piping Sistems" — USAS. B. 31. 8. 1968. Costul proiectării este de circa 2—5% din valoarea devizului general. După normele americane se permite montarea conductelor de înaltă presiune chiar pe străzile oraşelor celor mai mari cu construcţii multietajate şi trafic intens. Spre exemplu, în partea centrală a oraşului New-York, spre Manhatan, se află montată o conductă şi traversarea rîului Goadzone (Dn 600 mm şi Pn 60 at). Există doi indici de densitate a populaţiei şi patru categorii de teren în funcţie de care se măreşte grosimea peretelui materialului tubular.

La calculul conductei de rezistenţă nu se fac adaosuri pentru coroziune, dacă solul nu este agresiv sau dacă conducta este izolată şi protejată electric. În toate celelalte cazuri, grosimea de perete se măreşte cu minimum 1,27 mm pentru coroziunea exterioară şi cu 1,9 mm pentru coroziunea interioară. În paralel, se consideră necorosiv orice gaz al cărui punct de rouă este întotdeauna mai mic decît temperatura conductei. În caz contrar, sînt necesare cercetări pentru a stabili corosivitatea gazului.

Presiunea de probă şi mediul depind numai de categoria traseului. Pentru categoria I se probează la 1,1 presiunea nominală cu apă, aer sau chiar gaz. În cazul categoriei a II-a se probează la 1,25 din presiunea de serviciu cu apă sau aer, iar la categoriile III şi IV la o presiune de 1,4 din presiunea de lucru şi numai cu apă.

La uzinele constructoare, ficcare ţeavă se supune unei probe hidrostatice şi anume : pînă la Dn 457 mm timp de 5 s, iar ţevile cu Ø 508 mm şi mai mari, cel puţin 10 s.

Lăţinea culoarului pentru montajul conductelor în zone forestiere nu depăşeşte 15 m, iar în alte terenuri, maxim 23 m. Nu există şi nu se practică delimitarea zonelor de protecţie. Robinetele de secţionare sînt prevăzute tot în raport de categoria traseului. În cazul categoriei I intervalul este de maximum 32 km, în timp ce pentru categoria a II-a distanţa de montaj este de 24 km, la categoria a III-a de numai 12 km, şi la a IV-a de 8 km.

Costul mediu al conductelor realizate şi puse în funcţiune în anii '60 se prezintă după cum urmează :

DnxS (mm)	500×7.5	750×8	900×10
S.U.A. (dolari/m)	60 — 63	75	90 — 91.5
U.R.S.S. (ruble/m)	36 — 36,5	47 — 48	53 — 55

Din aceste valori, pentru conductele din Statele Unite, costul materialului tubular reprezintă cu circa 30% mai mult decît în situaţia similară din Uniunea Sovietică.

În toate cazurile conductelor sînt asamblate prin suduri fără niple interioare. Materialul tubular este izolat la interior împotriva coroziunii folosind răşini epoxide şi un agent de întărire (amină), ceea ce contribuie la creşterea capacităţii de transport gaz cu aproximativ 10%. De asemenea, sudura fără niple interioare, curăţarea perfectă după efectuarea probelor de rezistenţă şi tratarea gazelor în vederea transportului la distanţă asigură creşterea capacităţii de curgere prin conductele americane cu 6 — 8%, fapt confirmat de calculele bazate pe coeficienţii efectivi de rezistenţă hidraulică.

Pe traseul conductelor magistrale sau în amonte de instalaţiile de distribuţie sînt prevăzute, pentru curăţarea gazelor de particule solide şi lichide, următoarele :

— filtre de praf cu gabarit redus de tip uscat „Peerless" în care viteza gazului este de 0,7 — 0,8 m/s ;

— filtre de praf umectate pentru staţii de reglare-măsură. La SRM Washington, presiunea de intrare este cuprinsă între 28 şi 45 at, iar viteza gazelor în filtru este de 0,3 — 0,52 m/s ;

— separatoare de ulei cu ∅400 mm şi înălţimea de 1 000 mm echipate cu trei talere şi site metalice ;

— separatoare sferice cu duză interioară ;

— injecţii de metanol prin pompe cu diafragmă acţionată prin detenta gazelor ;

— filtre verticale cu lichid „Swirl gas" sau „Sburl — 273".

La staţia de compresoare din vecinătatea localităţii Straton sînt montate două filtre uscate cu ∅ 2 400 mm şi înălţimea de 3,8 m cu capacitatea de trecere de 20 mil. m^3/zi, ceea ce corespunde vitezei de 0,7 m/s în secţiunea filtrului.

Companiile „Transco" şi „Columbia Golf" întrebuinţează la staţiile de turbocompresoare filtre cu gabarit redus.

Filtrele cu lichid sînt folosite îndeosebi în cadrul staţiilor de gazomotocompresoare şi electrocompresoare.

Unele companii nu mai prevăd filtre la staţiile de comprimare sau recomprimare, întrucît gazele sînt curăţate şi uscate la pornire.

Armăturile sînt construite de firme specializate (Rockwell, Grove, VKM, Cameran) cu organ de închidere plan, tronconic, cilindric şi sferic, avînd acţionări manuale şi mecanizate care permit comanda de la distanţă. Acţionările mecanice ale armăturilor se realizează cu motoare electrice „Ex", dispozitive hidraulice, hidropneumatice sau numai pneumatice. Pe conductele cu diametru de 500 mm şi mai mare sînt întrebuinţate, aproape în exclusivitate, armături sferice, care asigură secţiunea de trecere egală cu secţiunea interioară a conductei. La conductele cu diametre sub 20 in sînt folosite orice tip de robinet.

De-a lungul sectoarelor lineare ale conductelor magistrale, robinetele sînt prevăzute cu acţionări hidropneumatice (gaze hidraulice) sau pneumatice. Aceste robinete au, în majoritatea cazurilor, sisteme pentru închiderea (blocarea) automată în cazul ruperii conductei. Timpul de închidere este reglabil în funcţie de gradientul de presiune predeterminat. Aceste sisteme preîntîmpină pierderile mari de gaze în cazul ruperii conductelor şi reduc la minimum pagubele produse clădirilor şi construcţiilor apropiate în cazuri de accidente urmate de incendii.

În claviaturile exterioare ale staţiilor de compresoare sînt montate robinete cu trecere totală (sferice) cu acţionare hidropneumatică sau electrică cu telecomandă. Utilizarea

acestor robinete permite curățarea interioară a conductelor ceea ce micșorează pierderile hidraulice. Într-un sortiment larg se produc clapete de reținere care permit simplificarea schemelor de comandă automată ale stațiilor de compresoare.

Complexitatea instalațiilor de comprimare conferă o importanță aparte stațiilor de compresoare și în industria gazieră americană.

Criteriile de clasificare americane ale agregatelor de comprimare gaze naturale sînt următoarele.

a. După modul de acționare:
- motor cu ardere internă pe gaze;
- turbină cu gaze;
- motoare electrice.

b. După tipul compresorului:
- cu pistoane;
- centrifugale, mono sau multietajate.

c. După felul cuplării:
- motocompresor cu motor pe gaze încorporat (monobloc);
- turbină cu gaze și compresor cuplate prin și fără reductor;
- motor electric cuplat direct sau prin reductor.

d. După puterea agregatelor:
- putere mică, pînă la 1 000 CP;
- putere medie, 1 000 — 10 000 CP;
- putere mare, 10 000 — 40 000 CP.

e. După locul montajului:
- în spații construite închise;
- în atmosferă liberă (package).

Construcția gazomotocompresoarelor este în continuă perfecționare, perfecționare reflectată în creșterea randamentelor termice ale motoarelor (36 — 42%) și îmbunătățirea capacității și debitului specific al cilindrului compresor, sporirea posibilităților de reglaj, automatizare și protecție, precum și mărirea fiabilității generale. Firmele consacrate în producția de gazomotocompresoare sînt: Cooper-Bessemer, Clark, Ingersoll-Rand și De Laval. Puterea nominală unitară pe agregat este cuprinsă între 125 și 7 000 CP. Sortimentul excesiv a devenit una din caracteristicile tehnologiei moderne, fapt impus și de satisfacerea variatelor situații din extracția și transportul gazelor. Firmele producătoare sînt dotate cu mașini analogice de calcul pentru verificarea manifoldului de interconectare al fiecărui grup, în vederea evitării deficiențelor cauzate de pulsațiile de presiune produse de refularea intermitentă și vibrațiile conductelor și reazemelor, care devin cu atît mai dăunătoare cu cît se folosesc agregate de puteri mari, capabile să vehiculeze debite importante la presiuni înalte.

Principalele firme constructoare de turbine cu gaze sînt: „General Electric", General Motors", „Westinghaus", „Solar" „Cooper-Bessemer", „Clark", „Ingersoll-Rand" ș.a.

Prima turbină cu gaze a avut puterea de 3500 kW și a fost realizată de compania „General Electric" în versiunea cu un singur arbore pentru funcționare după un ciclu simplu. Pentru antrenarea compresoarelor centrifugale de mare capacitate s-au realizat turbine cu gaze avînd două axe, ciclu regenerativ și puteri cuprinse între 1 200 CP și peste 45 000 CP. Combustoarele și subansamblele rotative sînt confecționate din aliaje speciale (Nimonic, Inconel), oțeluri slab aliate austenitice capabile să reziste la temperaturi de 700 — 1 100°C și turații de 6 200 — 22 500 rot/min.

La aspirația compresorului axial, exceptînd filtrul de aer (AAF, Donaldson, Roll-O-Matic etc.), care poate fi inerțial sau cu pînză adezivă, este prevăzută posibilitatea montării unui răcitor tubular, prin acțiunea căruia vara se poate coborî temperatura aerului înainte de comprimare, parțial pierderea de putere. Generatoarele de gaze ale turbinelor care derivă din industria aeronautică utilizează uleiuri sintetice care sînt răcite în schimbătoare de căldură sau răcitoare cu aer forțat prin ventilatoare antrenate cu electromotoare sau motoare hidraulice.

Există soluții de asamblare și antrenare de către turbina cu gaze a unui generator propriu de curent alternativ care furnizează energia electrică necesară funcționării agregatului după demarare. În acest mod, turbocompresorul are deplină autonomie față de rețeaua electrică. Turbinele industriale dotate cu recuperatoare de căldură au randamente termice de 27 — 28%, în timp ce turbinele moderate derivate din aeronautică au randamente pînă la 30%, iar în prezent sînt în fază avansată definitivarea soluțiilor de recuperare a căldurii eșapate.

Compresoarele centrifugale sînt mono sau multietajate, axial-radiale sau radial-radiale și au, în majoritate, discurile fretate la cald sau la rece, pe arbore. Rotoarele sînt manufacturate prin nituirea paletelor de discul posterior, prin frezare și sudură, prin turnări de precizie sau alte soluții tehnologice combinate.

Turbocompresoarele sînt, în întregime, automatizate și au posibilitate de telecomandă. Astfel, de la punctul-dispecer din Nashville al companiei „Columbia Golf Transmission" se comandă, printre altele, stația de turbocompresoare Klementsville, situată la 200 km, și echipată cu agregate produse de firma „Cooper-Bessemer".

Stația de compresoare de la Longren, aparținînd de compania „Texas Estern", poate fi comandată de la panoul local sau de la dispecerul central aflat la 120 km de stație.

Aproape fiecare stație este alimentată cu energie electrică de la rețeaua zonală. În afară de această sursă de putere sînt montate unul sau mai multe generatoare de rezervă cu puterea unitară de 100—800 kW (antrenate de motoare pe gaze sau turbine cu gaze Solar Saturn), care se cuplează automat atunci cînd cade rețeaua. În cazurile cînd există defecțiuni concomitente la rețea și generator este prevăzută funcționarea stației cu alimentare de la baterii de acumulatoare Ni—Cd de 125 V, pe o durată de circa 36 ore.

După datele statistice ale lui „Texas Estern Co.", ponderea turbocompresoarelor este de 34,85%, a electrocompresoarelor (cu piston și centrifugale) de 36,37%, iar a gazomotocompresoarelor de 28,78%. În alegerea tipului de agregat se iau în calcul, într-o primă fază, cheltuielile capitale aferente realizării investiției și cheltuielile de exploatare. Tot după evidențele firmei sus-menționate, cheltuielile capitale și de exploatare, exprimate în dolari, se prezintă după cum urmează:

	Cheltuieli capitale la 1 CP instalat, $	Cheltuieli de exploatare la 1 CP, fără costul combustibilului și energiei electrice, $
Gazomotocompresor	275—300	9,65
Compresoare centrifugale acționate electric	115—130	5,65
Compresoare centrifugale acționate cu turbine de gaze	190—210	4,75

Cheltuielile de exploatare la stațiile cu acționare electrică depind, în mare măsură, de costul energiei electrice. De aceea este important a se lua în calcul uniformitatea încărcării stației. Cheltuielile de exploatare ale stațiilor încărcate neuniform cresc foarte mult. După calculele firmei amintite, costul energiei electrice la stațiile echipate cu compresoare acționate cu electromotoare reprezintă 42% din totalul cheltuielilor generale de exploatare. Aceasta se explică prin majorarea tarifului de către furnizorii de energie electrică pentru acei consumatori cărora li se garantează livrarea nelimitată și continuă de energie electrică.

Cu toate că cheltuielile de exploatare la stațiile de compresoare cu agregate electrice sînt mari, utilizarea acestor echipamente asigură economii apreciabile la investiția inițială.

Unele companii aplică soluția antrenării electrice a compresoarelor atunci cînd primesc energie electrică ieftină de la hidrocentrale situate în apropiere.

Conform datelor comisiei federale de energie, acționarea electrică se consideră rațională pînă la prețul de 0,55 $/kWh.

Alegerea soluției de echipare a unei stații de compresoare depinde de costul gazului natural și al energiei electrice din zona viitorului amplasament, de randamentul efectiv al instalației și de caracterul sarcinii stației proiectate.

Din motive care privesc reducerea cheltuielilor capitale pentru construcția stațiilor de comprimare, companiile specializate în transportul gazelor au început din anul 1962 să comande instalații „package", montate în aer liber. Din informațiile firmei „Texas Estern", montarea agregatelor în mediul ambiant generează economii de investiții de 15 $/CP instalat, comparativ cu agregatele similare montate în clădiri închise. În stația de comprimare Delmont (Pensylvania) s-a pus în funcțiune în decurs de 70 zile primul turbocompresor în construcție „package", cu puterea de 10 500 CP cu posibilități de comandă de la 1 700 km.

MINISTERUL PETROLULUI

INSTITUTUL DE CERCETARI SI PROIECTARI PENTRU PETROL SI GAZE - CIMPINA

EXECUTA PENTRU PARTENERII SAI:

STUDII

• studii geologice complexe privind elaborarea şi fundamentarea programului de lucrări de prospecţiune şi explorare în vederea stabilirii perspectivelor de hidrocarburi ale bazinelor sedimentare • studii de evaluare a rezervelor de prognoză şi industriale şi de prevedere a producţiei de hidrocarburi • studii şi documentaţii tehnice privind extracţia ţiţeiului şi gazelor din sonde/mine • studii privind interpretarea calitativă şi cantitativă a diagrafiilor de sondă, elaborarea de programe şi prelucrarea datelor la calculatoarele electronice • studii de exploatare a zăcămintelor de ţiţei şi gaze • studii asupra metodelor de recuperare • studii economice şi de optimizare • studii şi cercetări privind forajul sondelor, extracţia, transportul şi distribuţia gazelor naturale • procese şi aparate de ardere a gazelor naturale.

DOCUMENTATII TEHNICE

• documentaţii tehnice (engineering) privind colectarea, separarea, încălzirea cu flacără directă, desulfurarea, depozitarea şi transportul ţiţeiului, apei şi gazelor • documentaţii tehnice pentru instalaţiile de suprafaţă din şantiere • documentaţii tehnice privind amenajări de baze petroliere, instalaţii portuare pentru primirea şi expedierea ţiţeiului şi produselor petroliere • documentaţii tehnico-economice pentru investiţiile privind forajul sondelor, extracţia, distribuţia şi utilizarea gazelor naturale • documentaţii tehnice de instalaţii autotransportabile pentru intervenţie la sonde şi măsurători • documentaţii tehnice privind extracţia ţiţeiului prin minerit şi prelucrarea şisturilor petrolifere.

ANALIZE

• analize petrofizice (densitatea, susceptibilitatea şi orientarea magnetică) • analize petrografice-mineralogice (determinări microscopice în secţiuni subţiri ale mineralelor grele şi reziduurilor insolubile, granulometrii, conţinutul în carbonaţi, determinări în raze X, analize termodiferenţiale) • analize geochimice (determinarea elementelor anorganice, extracţii cu solvenţi, analize spectrografice, cromatografice, analize de ţiţei, apă şi gaze) • analize paleontologice (microfaunistice, macrofaunistice şi palinologice) • analiza diagrafiilor şi evaluarea formaţiilor • analize convenţionale şi speciale pentru carote (porozităţi, permeabilităţi, saturaţii în apă interstiţială, presiuni capilare, permeabilităţi relative etc). • analiza gazelor, condensatului, ţiţeiului şi apei extrase din sonde • analiza fluidelor de foraj şi pastelor de cimentare a sondelor.

ALTE ACTIVITATI

• măsurarea presiunilor şi a temperaturilor din sondele productive, analize P.V.T. • materiale noi (aditivi) pentru fluidele de foraj, pentru degajarea garnituri de foraj; paste de ciment. stimularea producţiei, dezemulsionarea, reducerea vîscozităţii şi tratarea ţiţeiului pentru transport, combaterea coroziunii, crustelor • dispozitive de control pentru activitatea de foraj, dispozitive de gaz-lift, aparate pentru evaluarea presiunii, temperaturii şi colectarea probelor de ţiţei şi gaze din sonde, mecanisme de ceasornic • aparate pentru determinarea presiunii de vapori şi densităţii gazolinei • aparate pentru determinarea stabilităţii electrice a emulsiilor inverse • prese pentru testarea rezistenţei pietrei de ciment • nivelmetre • instalaţii şi pompe de injecţie a chimicalelor pentru evacuarea lichidelor acumulate în gaura de sondă.

I.C.P.P.G. CIMPINA
Str. Culturii 29
Tel. 31730, cod 2150

MINISTERUL MINELOR

COMBINATUL MINIER VALEA JIULUI

INSTITUTUL DE CERCETĂRI ŞI PROIECTĂRI MINIERE PENTRU CĂRBUNE PETROŞANI

EFECTUEAZĂ :

- Cercetări privind exploatarea, prepararea şi industrializarea cărbunelui.
- Proiecte tehnologice şi documentaţii tehnico-economice pentru obiective de investiţii privind exploatarea, prepararea şi industrializarea cărbunelui, dezvoltarea unităţilor de fabricare şi reparare a utilajelor miniere.
- Cercetări şi proiecte privind mecanizarea şi automatizarea minelor, modernizarea şi asimilarea utilajelor specifice industriei cărbunelui.
- Colaborări cu uzine constructoare de maşini din ţară şi străinătate privind adaptarea utilajului minier la condiţiile specifice din Valea Jiului.
- Cercetări şi proiectări privind cooperarea externă în domeniul extracţiei şi preparării cărbunelui.

1985 APR 2

I.C.P.M.C. PETROSANI
str. Mihai Viteazu nr. 3
cod 2675, jud. Hunedoara

E 1145

MINE PETROL GAZE

BUCUREŞTI — ROMÂNIA • Vol. 36, aprilie 1985 4

CENTRUL DE CALCUL SI LUCRARI AUXILIARE

Realizează pentru beneficiarii din ramura extractivă o gamă variată de lucrări, prin:

ACTIVITATEA DE INFORMATICA

• cercetare, proiectare şi implementare sisteme informatice • elaborare pachete de programe pentru studii, optimizări, prognoze şi calcule inginereşti • proiectare asistată de calculator a capacităţilor de producţie • exploatare curentă de sisteme de prelucrare automată a datelor • asistenţă tehnică.

ACTIVITATEA DE INDUSTRIE

• prin secţia confecţii piese de schimb din cauciuc realizează garnituri de etanşare pentru: instalaţii de foraj, instalaţii de extracţie ţiţei şi gaz metan, agregate de cimentare, complexe mecanizate de abataj, precum şi alte repere din cauciuc şi pînză cauciucată.

LUCRARI AUXILIARE

• machete pentru obiective de investiţii, tehnologii de exploatare şi preparare • lucrări de editare, tipărire şi legătorie.

centrul de calcul şi lucrări auxiliare

BUCUREŞTI, str. Biserica Amzei 23
sector 1, telefon 59 70 60

CCLA

MINE, PETROL ŞI GAZE

ANUL XXXVI

Nr. 4 1985

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR ŞI MINISTERULUI PETROLULUI

MŰSZAKI INFORMÁCIÓS INTÉZET 1983 BUDAPEST

CUPRINS

Gâf-Deac, I. **Un mod de calcul al grosimii peretelui de rambleu între două arce metalice şi al deplasărilor, pe baza similitudinii sistemelor solicitate statice** . . . 162

Petrescu, G., Ilincioiu, D., Păsărin, C., Plăvicheanu, D. **Influenţa deplasării bridelor de strîngere asupra solicitării susţinerilor din profile metalice utilizate la armarea galeriilor miniere circulare** 164

Fotă, D. **Consideraţii cu privire la tasarea unor rambleuri** 170

Noaghi, Tr., Pădure, I. **Trasarea profilelor echidistante în exploatările miniere la zi** 173

Muste, I. **Sistem de acţionare a unui grătar cu bare mobile** . . . 177

Vişoiu, I., Albeanu Mariana **Consideraţii privind factorii care controlează localizarea mineralizaţiilor de azbest din Munţii Almăjului şi prezentarea unor noi zone de perspectivă economică** . . . 181

Zamfir, V. **Analiza economică a tehnologiilor de foraj** 183

Iordache, G. **Calculul complet pentru cimentarea unei coloane cu diametrul de 3 950 mm, folosite în scopuri miniere** (I) 187

Minescu, Fl., Creţu, I. **Propagarea undelor de presiune în canale capilare şi în fisuri** (I) . . . 196

Cristescu, C. **Consideraţii asupra flambajului ridicătorilor hidraulici telescopici folosiţi în instalaţiile de foraj şi intervenţie transportabile** 200

Informaţii

* * * **Gazele naturale în economia S.U.A. (III)**

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. **VASILE SCRIPAŢ**, preşedinte ; dr. ing. **GHEORGHE ALDEA** ; ing. **ŞTEFAN BENEA** ; dr. geol. **IOSIF BERCIA** ; ing. **TEODOR BORU** ; dr. ing. **GHEORGHE DONŢOV DANU** ; dr. ing. **IANCU GEANGĂLĂ** ; dr. ing. **FLOREA NEAGU** ; ing. **NICOLAE PANTILIE** ; **ELENA VRĂNCEANU**, redactor.

REZUMATE

C.Z. 622.273.2 : 622.281.74 : 622.834

G â f - D e a c, I. *Un mod de calcul al grosimii peretelui de rambelu între două arce metalice şi al deplasărilor, pe baza similitudinii sistemelor solicitate statice*

Pentru noul procedeu de susţinere propus de autor — arce metalice TH duble cu pernă de rambleu pentru detensionare — se prezintă un mod de calcul al grosimii peretelui galeriei şi deplasările ce survin sub acţiunea presiunii masivului, pe baza unor calcule de similitudine a sistemelor solicitate static. concrete. Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 4, 1985

C.Z. 622.261 : 622.281.5

P e t r e s c u, G. ş.a. *Influenţa deplasării bridelor de strîngere asupra solicitării susţinerilor din profile metalice utilizate la armarea galeriilor miniere circulare*

Autorii analizează, în detaliu, procesul de deplasare a bridelor metalice, consecinţele care decurg de aici asupra principalilor parametri care oglindesc rezistenţa susţinerii şi fac unele recomandări practice.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 4, 1985

C.Z. 622.834.1 : 622.273.2

F o t ă , D. *Consideraţii cu privire la tasarea unor rambleuri*

După ce se arată importanţa caracteristicilor materialului folosit la rambleierea golurilor de exploatare asupra stabilităţii rocilor înconjurătoare, autorul prezintă rezultatele testărilor efectuate pe rambleuri folosite la mina Şuior. Se prezintă funcţii exponenţiale pentru tasare în funcţie de tensiunea de compactare pe care autorul le analizează, indicînd tipul de rambleu optim.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 4, 1985

C.Z.622.271.3 : 622.1

N o a g h i, T r., P ă d u r e, I. *Trasarea profilelor echidistante în exploatările miniere la zi*

Autorii prezintă o metodă îmbunătăţită de trasare a profilelor echidistante pe bermele unei exploatări miniere la zi pentru evaluarea volumelor necesare urmăririi producţiei. Se descrie un model matematic pentru trasarea reţelei şi determinarea intersecţiilor profilelor cu conturul poligonal topografic fără condiţii impuse anterior. Mine, Petrol şi Gaze vol. 36, nr. 4, 1985

C.Z. 622.732 : 621.926.2

M u s t e , I. *Sistem de acţionare a unui grătar cu bare mobile*

Autorul prezintă unele grătare cu bare fixe şi mai multe tipuri de grătare cu bare mobile, împreună cu sistemele lor de acţionare, după care analizează un nou sistem de acţionare a grătarelor cu bare mobile, direct de la falca mobilă a concasorului cu fălci. Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 4, 1985

C.Z. 553.676 : 65.012.23

V i ş o i u, I., A l b e a n u M a r i a n a *Consideraţii privind factorii care controlează localizarea mineralizaţiilor de azbest din Munţii Almăjului şi prezentarea unor noi zone de perspectivă economică*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 4, 1985

C.Z. 622.241 : 657.47

Z a m f i r, V. *Analiza economică a tehnologiilor de foraj*

Se prezintă un instrument de rentabilizare a forajului, analizînd ştiinţific influenţa parametrilor şi elementelor tehnologiilor asupra costului variabil al forajului. Analiza scoate în evidenţă influenţa deosebită a vitezei de foraj şi a costului de operare a instalaţiei asupra costului forajului, celelalte elemente acţionînd mai puţin asupra acestuia. Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 4, 1985

C.Z. 622.241.5 : 622.245.4

I o r d a c h e, G. *Calculul complet pentru cimentarea unei coloane cu diametrul de 3 950 mm, folosite în scopuri miniere (I)*

Lucrarea, constituită din două părţi, conţine toate elementele necesare unui calcul complet în cazul cimentării unei coloane cu diametru mare. În prima parte sînt prezentate etapele de calcul, cu precizarea variaţiilor de presiune ; în partea a doua metodica de stabilire a tensiunii din coloană înainte şi după întărirea pastei de ciment. Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 4, 1985

C.Z. 622.834.2

M i n e s c u, F l., C r e ţ u , I. *Propagarea undelor de presiune în canale capilare şi în fisuri (I)*

În lucrare se demonstrează unitatea legităţii propagării undelor de presiune prin diferite medii (conducte, medii poroase, canale capilare, fisuri), pe o direcţie. Se rezolvă ecuaţiile mişcării pentru condiţii iniţiale şi la limită de interes practic. Pe cale experimentală sînt stabilite legităţi de variaţie a celerităţii în canale capilare şi fisuri, în funcţie de temperatură şi dimensiunea capilarului şi fisurii.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 4, 1985

C.Z. 622.243

C r i s t e s c u, C. *Consideraţii asupra flambajului ridicătorilor hidraulici telescopici folosiţi în instalaţiile de foraj şi intervenţie transportabile*

Se analizează apariţia flambajului la ridicătorii hidraulici telescopici utilizaţi la rabaterea masturilor instalaţiilor de foraj şi intervenţie transportabile, se stabilesc relaţii de calcul a forţei critice de flambaj şi se prezintă programele de calcul realizate pe baza relaţiilor dezvoltate în lucrare.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 4, 1985

CONTENTS

C.Z. 622.273.2 : 622.284.71 : 622.834

Gâf-Deac, I. *A calculation method for the backfill wall thickness between two steel arches and for the displacements, on the basis of the similarity of statically stressed systems*

For the new support system proposed by the author — double TH steel arches with backfilling cushion for detensioning — a new calculation method for the roadway wall thickness and for the displacements occurring under the action of the rock pressure is presented, based upon certain similarity calculations of the statically stressed systems. After establishing the model criteria and the calculation elements an example with concrete values is shown.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 4, 1985

C.Z. 622.261 : 622.281.5

Petrescu, G. et al. *The influence of the displacement of the butt strap joints on the stresses in the steel profiles used for arch roadway lining*

The authors review in detail the displacement process of the butt strap joints, the resulting consequences for the main parameters which reflect the support resistance and make some practical recommendations.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 4, 1985

C.Z. 622.834.1 : 622.273.2

Fotă, D. *Considerations regarding the subsidence of some backfilled areas*

After pointing out the importance of the characteristics of the material used for backfilling the waste areas for the stability of the surrounding rock, the author presents the results of the trials effected on backfilling workings applied at the Suior mine. Exponential subsidence functions, in dependence of the compaction tension, are presented and the author indicates the optimal backfilling type.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 4, 1985

C.Z. 622.271.3 : 622.1

Noaghi, Tr., Pădure, I. *Setting-out of the equidistant elevations in the open pit mines*

The authors present an improved method for the setting-out of the equidistant elevations on the bermes of an open pit mine, in order to evaluate the volumes for production monitoring. A mathematical model for the net setting-out and the determination of the elevation intersections with the topographic polygonal contour, without previously imposed conditions, is described.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 4, 1985

C.Z. 622.632 : 621.926.2

Muste, I. *Driving system for a grizzly with mobile bars*

The author presents some grizzlies with fixed bars and several types of grizzlies with mobile bars, together with their driving systems; then, a new driving system for the grizzlies with mobile bars, directly from the moving jaw of the jaw crusher, is presented.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 4, 1985

C.Z. 553.676 : 65.012.23

Vişoiu, I., Albeanu Mariana *Considerations regarding the factors controlling the location of the asbestos mineralizations in the Almăj Mountains and presentation of new areas with economical prospects*

The authors present the geology of the region and consider the factors controlling the mineralizations with economical implications.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 4, 1985

C.Z. 622.241 : 657.47

Zamfir, V. *The economical analysis of the drilling technologies*

An instrument for improving the drilling economical efficiency is presented, by scientifically analizing the influence of the parameters and the technology components upon the variable drilling cost. The analysis points out the particular influence of the drilling speed and of the rig operation costs upon the drilling cost, the other elements having a much more reduced action upon it.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 4, 1985

C.Z. 622.241.5 : 626.245.4

Iordache, G. *Complete calculation of the cementation of a 3950 mm diameter casing string (I)*

The paper consists of two parts and contains all the elements required by the complete calculation in the case of the cementation of a large diameter casing string. In the first part the calculation stages are presented together with the indication of the pressure variations; in the second part the methodology for stabilizing the tension in the casing string before and after the grout hardening.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 4, 1985

C.Z. 622.834.2

Minescu, Fl., Crețu, I. *Propagation of the pressure waves in the capillary channels and fractures (I)*

In the paper the law unity of the propagation of pressure waves in one direction in different environments (pipelines, porous media, capillary channels and fractures) is demonstrated. The movement equations for initial conditions and at the limit of the practical interest are solved. Laws for the speed variation in capillary channels and fractures are established experimentally, in dependence of the temperature and the size of the capillary and the fracture.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 4, 1985

C.Z. 622.243

Cristescu, C. *Considerations regarding the bending of the telescope hydraulic jacks used in the transportable drilling and intervention rigs*

The author analizes the bending of the telescope hydraulic jacks used for the mast lifting at the transportable drilling and intervention rigs, establishes calculation relations for the critical bending force and presents the calculation programmes worked out on the basis of the relations developed in the paper.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 4, 1985

СОДЕРЖАНИЕ

C.Z. 622.273.2 :622.282.74 :622.834

Гыф-Деак, И. *Способ расчёта толщи стены закладки между двумя металлическими арками и смещения на основе подобия систем, находящихся под статическим напряжением*

Для нового, предложенного автором, способа крепления — металлических двойных ТН арок с закладочной подушкой для разгружения—предъявляются новый способ расчёта стен штрека и смещения, происходящие под нагрузкой массива, на основе расчётов подобия систем статических напряжений.

После, установления критерий модели и расчётнх элементов, даёт пример конкретных стоимостей.

Ключевые слова: способ расчёта, закладка, металлические арки, смещение, статическое напряжение.

Mine, Petrol şi Gaze vol. 36, nr. 4, 1985

C.Z. 622.261: 622.281.5

Петреску, Г. и др. *Влияние смещения зажимных хомутов на загрузки крепей из металлических профилей, используемых для крепления круглых выработок*

Авторы детально рассматривают процесс смещения металлических зажимных хомутов, вытекающие из этого последствия и их влияние на главные параметры, отражающие сопротивление крепи, и дают некоторые практические рекомендации.

Ключевые слова: смещение, металлические хомуты, крепи, круглые выработки.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 4, 1985

C.Z. 622.834.1: 622.273.2

Фотэ, Д. *Соображения об осадке некоторых видов закладок*

После предъявления важности характеристик используемого материала для наполнения пустот, образуемых при эксплуатации, в виду обеспечения устойчивости вмещающих пород, автор показывает результаты осадки, происходящей на закладках, используемых на шахте Шуйор.

Описываются экспоненциальные функции осадки в зависимости от сплошности уплотнения, которые автор анализирует указывая на наилучший тип закладки.

Ключевые слова: осадка закладки, характеристики закладочного материала, эксплуатация, устойчивость пород, экспоненциальные функции.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 4, 1985

C,Z. 622.271.3: 622.1

Ноги, Тр., Пэдуре, И. *Нанесение эквидистантных профилей на карьерах*

Авторы предлагают усовершенный метод для нанесения эквидистантных профилей на уступах карьера для оценки объёмов, необходимых для контроля за производством. Описывается математическая модель для нанесения сети и определения сопряжений профилей с многоуголным топографическим контуром, без заранее установленных условий.

Ключевые слова: эквидистантные профили, карьеры, математическая модель, сопряжение, топографический контур.

Mine, Petrol şi Gaze vol. 36, nr. 4, 1985

C.Z. 622.732: 621.926.2

Мусте, И. Способ привода решёток с неподвижными колосниками

Автор предъявляет некоторые решётки с неподвижными колосниками вместе с их приводными системами, анализируя потом новую приводную систему решёток с неподвижными колосниками непосредственно от подвижной щеки дробилки.

Ключевые слова: решётки, приводная система, щёка дробилки.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 4, 1985

C.Z. 553.676: 65.012.23

Вишою, И., Албяну Мариана *Соображения о контролирующих факторах расположения азбестовых минерализаций Гор Алмэжулуй и описание зон экономической перспективы*

Авторы рассматривают геологию района и анализируют контролирующие факторы минерализаций экономической важности.

Ключевые слова: факторы, азбестовые минералузации, Горы Алмэжулуй, зоны экономической перспективы.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 4, 1985

C.Z. 622.241:—657.47

Замфир, В. *Экономический анализ технологий бурения*

Автор предъявляет способ эффективного бурения, научно анализируя влияние параметров и элементов технологий на пременную себестоимость бурения. Анализ выявляет особое влияние скорости бурения и себестоимости работы установки на себестоимость бурения, остальные элементы менее воздействуя над последней.

Ключевые слова: анализ, технологии бурения, параметры, влияние, скорость бурения, себестоимость.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 4, 1985

C.Z. 622.241.5: 622.245.4

Йордаке, Г. *Полный расчёт для цементирования колонны диаметром 3 950 мм (I)*

Работа в составе двух частей содержит все элементы, необходимые для полного расчёта при цементировании колонны большого диаметра. В первой части показаны стадии расчёта с уточнением изменения давления; во второй части показана методика определения напряжения в колонне до и после отвердения цементного раствора.

Ключевые слова: расчёт, цементирование, колонна большого диаметра, давление, методика, напряжение.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 4, 1985

C.Z. 622.834.2

Минеску, Фл., Крецу, И. *Распространение волн давления в капилярные каналы и трещины (I)*

В работе продемонстрируется единство закономерности распространения волн давления через разные среды (трубопроводы, пористые среды, капилярные каналы, трещины), в одном направлении. Решены равнения движения на исходных условиях и на пределе практического интереса. Опытным путём установлена закономерность изменения скорости в капилярных каналах и трещинах в зависимости от температуры и размеров капиляра и трещины.

Ключевые слова: распространение, волны давления, капилярные каналы, трещины, среды, равнения движения, закономерность, температура, размеры.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 4, 1985

C.Z. 622.243

Кристеску, К. *Соображения об изгибе гидравлических телескопических подъёмников, используемых на буровых и аварийных установках*

Рассматривается появление изгиба гидравлических телескопических подъёмников, используемых для отклонения мачт буровых и аварийных установок при их транспортировке, устанавливаются расчётные отношения критического усилия изгиба и предъявляются расчётные программы, построенные на основе развитых в работе выражений.

Ключевые слова: изгиб, гидравлические телескопические подъёмники, буровые и аварийные установки, отклонения мачт, критическое усилие, расчётные программы.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 4, 1985

SOMMAIRE

C.Z. 622.273.2 : 622.281.74 : 622.834

Gâf-Deac, I. *Mode de calcul de l'épaisseur du mur de remblai entre deux arcs métalliques et des déplacements à l'aide de la similitude des systèmes sollicités statiquement*

Pour le nouveau procédé de soutènement proposé par l'auteur — des arcs métalliques TH doubles à matelas de remblai pour le détensionement — on présente un mode de calcul de l'épaisseur du mur de la galérie et les déplacements qui surviennent sous l'action de la pression du massif, à l'aide de certains calculs de similitude des systèmes sollicités statiquement. Après avoir établi les critères du modèle et les éléments de calcul, on présente un exemple avec des valeurs concrètes.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 4, 1985

C.Z. 622.261 : 622.281.5

Petrescu, G. et al. *L'influence du déplacement des brides de serrage sur les sollicitations des segments aux profiles métalliques utilisés au soutènement des voies circulaires*

Les auteurs analysent en detail les processus de déplacement des brides métalliques, les conséquences sur les principaux paramètres refletées sur la résistance du soutènement ainsi que des récommendations pratiques

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 4, 1985

C.Z. 622.834.1 : 622.273.2

Fotă, D. *Considérations sur le tassement de quelques remblais*

Après une considération sur l'importance des caractéristiques du matériel utilisé au remblayage des vides exploités, sur la stabilité des roches encaissantes, l'auteur présente les résultats des testes effectués sur des remblais utilisés à la mine Suior. On présente des fonctions exponentielles pour le tassement en fonction de la tension de compactage qui sont analysées par l'auteur en indiquant en même temps le meilleur remblai

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 4, 1985

C.Z. 622.271.3 : 622.1

Noaghi, Tr., Pădure, I. *Le traçage des profiles equidistants des exploitations minières au jour*

Les auteurs analysent une méthode améliorée de traçage des profils equidistants sur les bermes des exploitations minières à ciel ouvert pour l'evaluation des volumes necessaires pour le contrôle de la production. On décrit un modèle mathématique pour le traçage d'un réseau et la détermination des intersections des profiles au contour polygonal topographique dans des conditions antérieurement imposées.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 4, 1985

C.Z. 622.732 : 621.926.2

Muste, I. *Système d'actionnement d'une grille à barreaux mobiles*

L'auteur presente quelques grilles à barreux fixes et plusieurs types de grilles à barreaux mobiles avec leurs systèmes d'actionnement, puis ils analysent un nouveau système d'actionnement des grilles à barreaux mobiles lié à la mâchoire mobile du concasseur à mâchoires.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 4, 1985

C.Z. 553.676 : 65.012.23

Vişoiu, I., Albeanu Mariana *Considérations sur les facteurs qui dirigent la localisation des minéralisations d'azbest dans les Monts Almăj et la présentation de quelques nouvelles zones de perspective économique*

Le auteurs présentent l'écologie de la région et analysent les facteurs contrôlant les minéralisations avec implications économiques.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 4, 1985

C.Z. 622.241 : 657.47

Zamfir, V. *L'analyse économique des technologies de forage*

On présente un instrument pour évaluer la rentabilité d'un forage, en analysant scientifiquement l'influence des paramètres et des éléments technologiques sur le coût variable du forage. L'analyse met en évidence l'influence forte de la vitesse de forage et le coût d'opération de l'installation sur le coût entier de forage, les autres éléments ayant un rôle mineur

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 4, 1985

C.Z. 622.241.5 : 622.245.4

Iordache, G. *Le calcul complet pour la cimentation d'une colonne au diamètre de 3950 mm (Part 1)*

L'article constitué en deux parties contient tous les éléments necessaires pour le calcul complet dans le cas d'une cimentation d'un colonne au grand diamètre.Dans la première partie on présente les étapes de calcul avec les variations de pression precisées et dans la deuxième partie, la méthodologie de détermination de la tension de la colonne avant et après le durcissement de la pâte de ciment.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 4, 1985

C.Z. 622.834.2

Minescu, Fl, Creţu, I. *La propagation des ondes de pression dans les canaux capilaires et dans les fissures (part I)*

Dans l'article on démontre l'unité des lois de la propagation des ondes de pression dans les différents moyens (conduits, moyens poreux, canaux capilaires, fissures) dans une seule direction. On résolve les équations cinématiques pour des conditions initielles et à la limite d'intérêt pratique. Par voie experimentalle on établie les lois de la variation de la vitesse dans les canaux capilaires et de la fissure.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 4, 1985

C.Z. 622.243

Cristescu, C. *Considérations sur le flambage des élévateurs hydrauliques téléscopiques utilisés dans les installations de forage et intervention transportables*

On analyse l'apparition du flambage aux élévateurs hydrauliques téléscopiques utilisés pour le rabatement des mâts des installations de forage et intervention transportables. On établie les relations de calcul de la force critique de flambage et on présente les programmes de calcul correspondants.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 4, 1984

INHALT

C.Z. 622.273.2 : 622.281.74 : 622.834

Gâf-Deac, I. *Eine Rechnungsmethode der Versatzwanddicke zwischen zwei Stahlbögen und der Verschiebungen, auf Grund der Ähnlichkeit von zwei statisch belasteten Systemen*

Für das neue, von dem Verfasser vorgeschlagenen Ausbauverfahren — doppelten TH Stahlbögen mit Versatzpolster zur Entspannung — wird eine neue Rechnungsmethode für die Streckenwanddicke und die unter der Wirkung des Gebirgsdruckes eingetretenen Verschiebungen, auf Grund einiger Ähnlichkeitsrechnungen der statisch belasteten Systeme vorgestellt. Nach der Festlegung der Modellkriterien und der Rechnungselemente wird ein Beispiel mit konkreten Werten abgegeben.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 4, 1985

C.Z. 622.261 :622.281.5

Petrescu, C. et al. *Der Einfluss der Verschiebung der Verbindungslaschen über die Beanspruchung der zum Strekkenausbau benutzten Stahlringprofile*

Die Verfasser überprüfen ausführlich das Verschiebungsprozess der metallischen Verbindngslaschen und die daraus resultierenden Wirkungen über die Hauptparameter des Ausbauwiderstandes. Sie machen ebenfalls praktische Empfehlungen.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 4, 1985

C.Z. 622.834.1 :622.271.2

Fotă, D. *Betrachtungen über die Senkung einiger Versätze*

Es wird zunächst die Bedeutung der Charakteristiken der zum Versatz der benutzten Stoffe über die Stabilität des Umgebungsgesteins und dann stellt der Verfasser die Ergebnisse der Versuche welche auf bei der Grube Suior angewendeten Versätzen durchgeführt wurden, vor. Vorgestellt und überprüft werden die von dem Verdichtungsdruck abhängigen Exponentialfunktionen der Senkung, wobei der optimale Versatztyp angegeben wird.

Mine, Petrol şi Gaze. vol. 36, nr. 4, 1985

C.Z. 622.271.3 : 622,1

Noaghi, Tr., Pădure, I. *Die Absteckung der abstandgleichen Risse in den Tagenbauen*

Die Verfasser stellen eine verbesserte Absteckungsmethode der abstandgleichen Risse auf den Bermen eines Tagebaues für die Auswertung der Volumina zwecks Produktionsüberwachung, vor. Vorgestellt wird ein mathematisches Modell für die Absteckung des Netzes und die Bestimmung der Risseinschnitte mit dem markscheiderischen polygonalen Umriss, ohne vorherangegebenen Bedingungen.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 4, 1985

C.Z. 622.732 ; 621.926.2

Muste, I. *Antriebssystem eines Gitters mit beweglichen Stäben*

Der Verfasser stellt einige Gitter mit festen Stäben und mehrere Typen mit beweglichen Stäben, zusammen mit deren Antriebssystemen, vor. Dann wird ein neues Antriebssystem für Gitter mit beweglichen Stäben gerade von der beweglichen Backe des Backenbrechers, überprüft.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 4, 1985

5.53.676 : 65.012.23

Vişoiu, I., Albeanu Mariana *Betrachtungen über die Faktoren welche die Ortung der Asbestmineralisationen in den Almăj Gebirgen kontrollieren und die Vorstellung einiger wirtschaftlichen Perspektivzone*

Die Verfasser stellen die Geologie der Region vor and überprüfen die Faktoren welche die Mineralisationen mit wirtschaftlichen Implikationen kontrollieren.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 4, 1985

C.Z. 622.241 : 657.47

Zamfir, V. *Die wirtschaftliche Analyse der Bohrtechnologien*

Vorgestellt wird ein Intrument für die Rentabilisierung des Bohrens, wobei der Einfluss der Parameter und der Elemente der Technologien über die variablen Bohrkosten wissenschaftlich überprüft wird. Die Überprüfung weist auf dem besonderen Einfluss der Bohrgeschwindigkeit und der Betriebskosten der Bohranlage über die Bohrkosten hin, wobei die andere Elemente eine geringere Wirkung ausüben.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 4, 1985

C.Z. 622.241.5 : 622.245.4

Iordache, G. *Die komplette Berechnung für die Einzementierung einer Rohrfahrt mit einem Durchmesser von 3950 mm (I)*

Die aus zwei Teilen bestehende Arbeit enthält die sämtlichen Elemente die für die komplette Rechnung im Falle der Einzementierung einer Rohrfahrt von grossem Durchmesser erforderlich sind. In dem ersten Teil werden die Rechnungsstufen, mit Angabe der Druckschwankungen vorgestellt ; in dem zweiten Teil die Methodik der Feststellung der Spannung in der Rohrfahrt, vor und nach der Aushärtung der Zementpaste.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 4, 1985

C.Z. 622.834.2

Minescu, Fl., Creţu, I. *Die Fortpflanzung der Druckwellen in den Kapillarkanälen und Rissen*

In der Arbeit wird die Einheitlichkeit der Gesetzlichkeit der Fortpflanzung der Druckwellen durch verschiedenen Medien (Rohrleitungen. poröse Medien, Kapillarkanäle und Risse) in einer Richtung nachgewiesen. Die Bewegungsgleichungen für ursprüngliche Verhältnisse und an der Grenze des praktischen Interesses werden gelöst. Experimentell werden Schwankungsgesetzlichkeiten der Geschwindigkeit in den Kapillarkanälen und Rissen, in Abhängigkeit der Temperatur und der Grösse des Kapillars und des Risses, festgestellt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 4, 1985

C.Z. 622.243

Cristescu, C. *Betrachtungen über die Knickung der in den fahrbaren Bohr- und Eingriffsanlagen benutzten teleskopischen Hydraulikausheber*

Überprüft wird die Knickung der zum Mastschwenken der fahrbaren Bohr- und Eingriffsanlagen benutzten teleskopischen Hydraulikausheber. Rechnungsbeziehungen der kritischen Knickungskraft werden festgestellt und die auf Grund der in der Arbeit entwickelten Beziehungen erarbeiteten Rechnungsprogramme werden vorgestellt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 4, 1985

Un mod de calcul al grosimii peretelui de rambleu între două arce metalice şi al deplasărilor pe baza similitudinii sistemelor solicitate static

Ing. **I. Gâf-Deac**
Intreprinderea minieră Lupeni

I. Aspecte generale

Studiul pe modele al diferitelor sisteme cuprinde tot mai mult aria ştiinţifică de lucru în domenii diverse, bazîndu-se pe reale avantaje economice şi de timp.

Problema esenţială este aceea a realizării unei similitudini, pe cît se poate perfectă, astfel încît parametrii reţinuţi de pe model să se regăsească în practică pe prototip sau lucrările reale executate la scară normală.

Ceea ce este încă supus perfecţionării continue se referă la identificarea fenomenelor care ar putea avea loc la scara reală, rezultate din interdependenţa şi condiţionarea reciprocă a parametrilor confirmaţi.

Pe model este obligatorie realizarea similitudinii în ceea ce priveşte aplicarea sarcinilor în timp.

Acestea se pot aplica sub două posibilităţi:

- *static*, cînd cresc lent, de la valoarea nulă la o valoare finală şi sistemul este solicitat static;
- *dinamic*, cînd sarcinile cresc cu o viteză care trebuie luată în considerare şi sistemul este solicitat dinamic.

Pentru galerii, în general, în timpul manifestării sarcinilor statice, acestea sînt în echilibru, deformaţiile profilului lucrării miniere cresc lent şi progresiv, iar acceleraţiile sînt practic neglijabile. La acest gen de solicitare forţele care intervin sînt cele exterioare, date de masivul înconjurător, în care este săpată galeria

Forţele interioare, respectiv eforturile sînt determinate cu relaţii din mecanica raţională, obţinîndu-se rezistenţele la efort unitar.

Pentru o galerie susţinută cu arce metalice duble şi pernă de rambleu, se poate stabili un model al tuburilor cu pereţii groşi şi studiul sub această formă oferă în continuare rezultate care pot fi valorificate practic ca verificări în dimensionarea lucrărilor miniere.

II. Stabilirea criteriilor modelului şi elemente de calcul

Reunirea elementelor de dependenţă presupune o funcţie de mai mulţi factori. Corespunzător profilului geometric al galeriei astfel susţinută, se identifică o funcţie implicită de forma:

$$f(\sigma, g, Pe, D, E, \mu) = 0, \qquad (1)$$

cu următoarele semnificaţii:

σ este efortul unitar;
g — grosimea peretelui galeriei;
Pe — presiunea exterioară din masiv care solicită galeria;
D — deformaţia galeriei;
E — modulul lui Young;
μ — coeficientul Poisson.

Se poate scrie o matrice dimensională a variabilelor considerate, cu expresia următoare:

	σ	g	Pe	D	E	
m	−1	1	−1	1	−1	
s	−2	0	−2	0	−2	(2)
kg	1	0	1	0	1	

Rezultă un sistem de ecuaţii de forma:

$$\begin{cases} -x_1 + x_2 - x_3 + x_4 - x_5 = 0 \\ -2x_1 + 2x_3 - 2x_5 = 0. \end{cases} \qquad (3)$$

Necunoscutele sînt:

$$\begin{cases} x_1 = -x_3 - x_5 \\ x_2 = -x_4. \end{cases} \qquad (4)$$

Matricea soluţiilor are forma următoare:

$$\begin{array}{c} \\ c_1 \\ c_2 \\ c_3 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccccc} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 & x_5 \end{array} \\ \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \end{array} \qquad (5)$$

Din relaţia (5) rezultă criteriile de similitudine:

$$c_1 = \frac{Pe}{\sigma}; \quad c_2 = \frac{D}{g}; \quad c_3 = \frac{E}{\sigma}, \qquad (6)$$

care se includ într-o ecuaţie de forma:

$$\varphi\left(\frac{Pe}{\sigma}, \frac{D}{g}, \frac{R}{\sigma}\right) = 0 \qquad (7)$$

şi care se mai poate scrie:

$$\varphi\left(\frac{Pe}{\sigma}; \frac{D \cdot E}{\sigma \cdot g}; \mu\right) = 0 \qquad (8)$$

În consecință, legea de modelare va fi :

$$\begin{cases} S_{Pe} = S_\sigma \\ \dfrac{S_D \cdot S_E}{S_\sigma \cdot S_g} = 1 \\ S_\mu = 1 \end{cases} \quad (9)$$

cu S avînd semnificația de scară.
Considerînd :

$$S_E = 1$$

atunci :

$$\begin{cases} S_p = S_\sigma \\ S_D = S_\sigma \cdot S_g \end{cases} \quad (10)$$

avînd : S_σ și S_g alese arbitrar.

Odată stabilit modul de abordare a calculului, se vor considera cîteva date ca exemplu, referitoare la o galerie susținută dublu cu pernă de rambleu între arcele metalice TH și anume :

D_{1n} — diametrul normal interior ;
Pe — presiunea exterioară dată de masiv asupra galeriei ;
σ_n — rezistența admisibilă a susținerii, considerînd împreună elementele TH cu perete de rambleu.

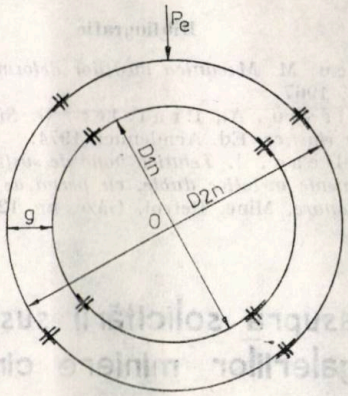


Fig. 1. Calculul grosimii peretelui de rambleu pentru o galerie susținută dublu cu arce metalice TH

Astfel :

$D_{1n} = 4$m ; $Pe = 83$ kN/m² ; $\sigma_n = 600$ kN/cm²

$S_\sigma = 10$; $S_g = 10$; $S_{Pe} = 10$ și $S_D = 100$.

Valorile alese nu țin seama de profilele standardizate ale galeriilor, din motivul creării posibilităților de generalizare a metodei de calcul.

În model, raza exterioară a galeriei are expresia :

$$R_{2m}^2 = R_{1m}^2 \frac{\sigma_m + Pe_m}{\sigma_m - Pe_m}, \quad (11)$$

în care :

R_{1m} este raza interioară a galeriei în model ;
σ_m — rezistența admisibilă în model a susținerii ;
Pe_m — presiunea exterioară asupra galeriei în model.

În continuare :

$$R_{2m} = 0{,}2 \sqrt{\frac{60+8{,}3}{60-8{,}3}} = 0{,}230 \text{ m}, \quad (12)$$

ceea ce înseamnă că diametrul exterior al galeriei în model va fi :

$$D_{2m} = 2 \cdot R_{2m} = 0{,}46 \text{ m}. \quad (13)$$

Ținînd seama de scările stabilite, rezultă :

$$D_{2n} = S_g \cdot D_{2m} = 4{,}6 \text{ m}. \quad (14)$$

În același timp, grosimea peretelui galeriei, respectiv a pernei de rambleu între cele două arce metalice TH, este :

$$g = D_{2n} - D_{1n} = 0{,}60 \text{ m}. \quad (15)$$

Valoarea obținută poate fi verificată analitic cu expresia normală a coeficienților :

$$R_{2n} = R_{1n} \sqrt{\frac{\sigma_n + Pe_n}{\sigma_n - Pe_n}} = 2 \sqrt{\frac{600+83}{600-83}} = 2{,}30 \text{ m}. \quad (16)$$

$$D_{2n} = 2\, R_{2n} = 4{,}60 \text{ m}. \quad (17)$$

$$g = D_{2n} - D_{1n} = 0{,}60 \text{ m}. \quad (18)$$

Avînd în vedere mărimea deformațiilor, influența pe care o are coeficientul lui Poisson poate fi considerată neglijabilă, așa încît :

$$\mu_m \neq \mu_n, \quad (19)$$

fără ca în raportul deformațiilor să apară modificări esențiale.

În mod analitic, deplasarea unui punct de pe elementul TH interior al galeriei se poate calcula cu formula :

$$D_m = \frac{R_{1m}\, Pe_m}{F_m} \left(\frac{R_{1m}^2 + R_{2m}^2}{R_{2m}^2 - R_{1m}^2} + \mu_m \right). \quad (20)$$

Adică :

$$D_m = \frac{0{,}2 \cdot 8{,}3}{2{,}1 \cdot 10^6 \cdot 9{,}81} \left(\frac{0{,}2^2 + 0{,}23^2}{0{,}23^2 - 0{,}2^2} + 0{,}25 \right) =$$

$$= 5{,}76 \cdot 10^{-6} \text{m}. \quad (21)$$

Pentru galeria de scară normală, deplasarea radială corespunzătoare se calculează din expresia :

$$D_m = \frac{R_{1n} \cdot Pe_n \cdot S_E}{S_g \cdot S_p \cdot E_n} \left[\frac{S_g^{-2}(R_{1n}^2 + R_{2n}^2)}{S_g^{-2}(R_{2n}^2 - R_{1n}^2)} + \mu_n \right] =$$

$$= \frac{S_E}{S_g \cdot S_p} \cdot D_n. \qquad (22)$$

De aici rezultă :

$$D_n = \frac{S_g \cdot S_P}{S_E} D_m = 100\, D_m = 5{,}76 \cdot 10^{-4}\ m. \qquad (23)$$

Construcţia modelului trebuie să păstreze comportarea mecanică afină, adică însăşi transformarea să fie afină şi raportul de asemănare să varieze cu direcţia.

Concluzii

1. Studiul pe modele al galeriilor continuă o preocupare de vechime mult mai mare în ştiinţa minieră şi în continuare rămîne valabil cu rezultate practice concludente. Ne aflăm în perioada perfecţionării metodelor de căutare, identificare sau cuantificare a fenomenelor complexe de interdependenţă şi condiţionare reciprocă a parametrilor la scara normală care au fost transpuşi practic în urma citirilor de pe model. Astfel, introducerea în calcul a unui număr cît mai mare de variabile-suport ale semnalelor geologice şi de natură minieră oferă o imagine mai completă a ceea ce se proiectează şi se pune în practică, însă complică aparatul matematic şi modalităţile de calcul.

Funcţiile de mai multe variabile, în legătură strînsă cu procesul geo-minier de săpare şi susţinere a galeriilor, pot urma drumul formalizării şi prelucrării pe calculatoare.

2. Pentru calculele viitoare se desprinde necesitatea eliminării unor ipoteze simplifcatoare ca : galeriile sînt susţinute circular (se pot efectua calcule pentru orice profil, însă ţinînd seama de configuraţia geometrică şi distribuirea presiunilor algoritmului este altul) sau se va calcula diferenţiat acţiunea presiunii cu consecinţele de deformaţie pe model sau reală, evidenţiate separat, avînd ca suport elementele metalice TH, respectiv peretele de rambleu.

3. Procedeul de calcul confirmă metoda nouă de susţinere a galeriilor cu arce metalice duble şi pernă de rambleu, săpate în zone tectonizate cu manifestări excesive ale presiunii. Rezultatele calculului reunesc valori acceptabile ale grosimii peretelui susţinerii galeriei în noul procedeu pe model şi la scară naturală.

4. Studiul şi luarea deciziilor în proiectarea galeriilor prin modalităţi noi cum este aceea a calculului prin similitudinea sistemelor, conduc la stăpînirea tot mai bună a lucrărilor şi operaţiilor din subteran, la cunoaşterea mai aprofundată a căilor de soluţionare a săpării şi susţinerii în condiţii geo-tectonice dificile.

Bibliografie

[1] Mişicu, M. *Mecanica mediilor deformabile*. Ed. Academiei, 1967.

[2] Vasilescu, A., Praisler, G. *Similitudinea sistemelor elastice*. Ed. Academiei, 1974.

[3] Gâf-Deac, I. *Tehnica nouă de susţinere a galeriilor cu elemente metalice duble, cu pernă de rambleu pentru detensionare*. Mine, Petrol, Gaze, nr. 12 1984.

Influenţa deplasării bridelor de strîngere asupra solicitării susţinerilor din profile metalice utilizate la armarea galeriilor miniere circulare

Conf. dr. ing **G. Petrescu**
asistent ing. **D. Ilincioiu**
Universitatea din Craiova
dr. ing. **C. Păsărin**
ing. **D. Plăvicheanu**
I.C.I.T.P.M.L. Craiova

I. Introducere

Utilizarea profilelor metalice SG sau TH este larg răspîndită în practica susţinerilor de la lucrările miniere de pregătire, prin galerii cu profil circular, datorită avantajelor pe care le oferă : simplitate constructivă, uşurinţa relativă a operaţiilor de montare şi demontare, capacitate portantă acceptabilă.

O asemenea susţinere este formată din patru profile, curbate în arce de cerc, suprapuse parţial în patru zone dispuse la 45° faţă de diametrele vertical şi orizontal, continuitatea constructivă şi funcţională a inelului fiind asigurată prin cîte două bride de solidarizare, în fiecare zonă de suprapunere.

Observarea comportării în exploatare a unei astfel de structuri a scos însă în evidenţă şi o serie de neajunsuri, printre care şi fenomenul de deplasare a bridelor de strîngere, ca urmare a alunecării relative a profilelor metalice în zonele de suprapunere.

Astfel, s-a constatat că bridele de strîngere montate inițial la o anumită distanță una față de alta au tendința de a se apropia, uneori ajungînd chiar să fie lipite.

Cadrele tehnice de exploatare au înțeles că fenomenul este dăunător, prin consecințele negative asupra rezistenței susținerii și au căutat, uneori, să ia măsuri de preîntîmpinare a deplasării bridelor de strîngere, sau cel puțin de limitare.

II. Simboluri și notații

Se consideră o susținere metalică formată din patru profile, cu suprapuneri în dreptul bisectoarelor celor patru cadrane definite de diametrele orizontal și vertical (fig. 1).

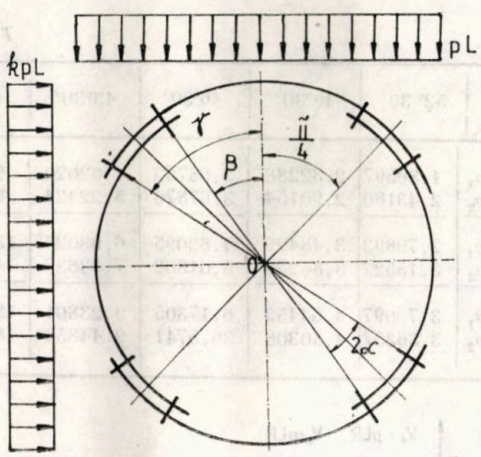


Fig. 1

În acest caz se precizează următoarele elemente :

R este raza secțiunii transversale a galeriei;
L — cîmpul de armare (distanța dintre două inele de armare consecutive);
p — componenta verticală a presiunii litostatice;
k — coeficientul de acțiune al componentei orizontale a presiunii litostatice, cu valori cuprinse între 0 și 1;
2α — unghiul corespunzător zonei de suprapunere a profilelor;
β — unghiul de poziție al unei bride;
γ — unghiul de poziție al celeilalte bride.

III. Ipoteze de lucru

Dacă suprapunerea profilelor se face pe o distanță de 40 cm, atunci la raza $R = 150$ cm corespunde un unghi la centru $2\alpha = 15°$.

În situația în care, prin deplasare, bridele de strîngere ajung să fie lipite, unghiul corespunzător la centru ajunge la valoarea $2\alpha = 3°$.

Se va lucra în două ipoteze :

a — unghiul γ rămîne fix, la valoarea inițială de 52°30′, în timp ce unghiul β variază între 37°30′ și 49°30′;

b — unghiul β rămîne fix, la valoarea inițială de 37°30′, în timp ce unghiul γ variază între 52°30′ și 40°30′ .

Pentru calcule, în ambele ipoteze, se va lua pasul de variație a unghiurilor egal cu 30°.

Se mai presupune că profilele suprapuse interacționează prin forțe de reacție, dirijate în lungul razelor și aflate în dreptul bridelor de strîngere.

IV. Calculul reacțiilor

Pentru calculul reacțiilor, se consideră separat segmentul de sus al inelului de susținere (fig. 2), respectiv segmentul din stînga (fig. 3).

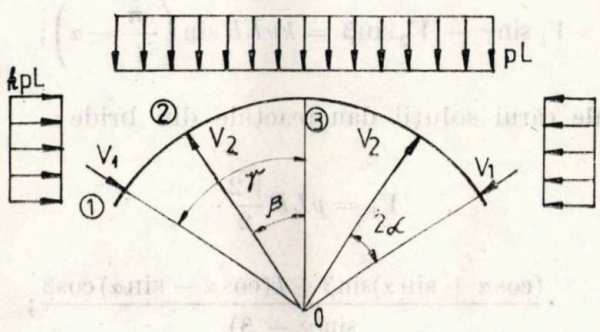


Fig. 2

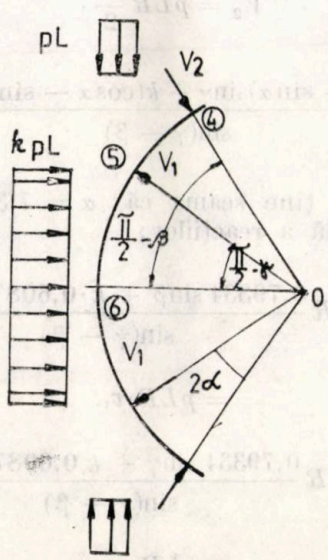


Fig. 3

Se scrie ecuația de proiecții pe direcția diametrului vertical la segmentul de sus :

$$2V_1\cos\gamma - 2V_2\cos\beta + pL.\,2R\sin\left(\frac{\pi}{4}+\alpha\right)=0; \quad (1)$$

respectiv ecuaţia de proiecţii, pe direcţia diametrului orizontal, la segmentul din stînga:

$$2V_1\cos\left(\frac{\pi}{2}-\gamma\right)-2V_2\cos\left(\frac{\pi}{2}-\beta\right)-$$
$$-kpL\,2R\sin\left(\frac{\pi}{4}-\alpha\right)=0. \qquad (2)$$

După simplificările şi transformările de rigoare, se obţine sistemul de ecuaţii:

$$V_1\cos\gamma - V_2\cos\beta = pLR\sin\left(\frac{\pi}{4}+\alpha\right);$$
$$V_1\sin\gamma - V_2\sin\beta = kpLR\sin\left(\frac{\pi}{4}-\alpha\right); \qquad (3)$$

ale cărui soluţii dau reacţiile din bride:

$$V_1 = pLR\frac{\sqrt{2}}{2}\cdot$$
$$\cdot\frac{(\cos\alpha+\sin\alpha)\sin\beta+k(\cos\alpha-\sin\alpha)\cos\beta}{\sin(\gamma-\beta)};$$
$$V_2 = pLR\frac{\sqrt{2}}{2}\cdot \qquad (4)$$
$$\cdot\frac{(\cos\alpha+\sin\alpha)\sin\gamma+k(\cos\alpha-\sin\alpha)\cos\gamma}{\sin(\gamma-\beta)}.$$

Dacă se ţine seama că $\alpha = 7°30'$, rezultă forma finală a reacţiilor;

$$V_1 = pLR\frac{0{,}79334\sin\beta + k\cdot 0{,}60875\cos\beta}{\sin(\gamma-\beta)} =$$
$$= pLR\cdot v_1. \qquad (5)$$
$$V_2 = pLR\frac{0{,}79334\sin\gamma + k\,0{,}60875\cos\gamma}{\sin(\gamma-\beta)} =$$
$$= pLR\cdot v_2,$$

în care s-au introdus factorii adimensionali v_1 şi v_2.

Dacă unghiul γ rămîne fix, iar unghiu β este variabil ca urmare a deplasării bridei respective, valorile factorilor adimensionali ai reacţiilor sînt redate în tabelul 1, ţinînd seama şi de trei valori principale ale factorului k, al presiunii orizontale.

Tabelul 1

k \ β		37°30′	40°30′	43°30′	46°30′	49°30′
0	v_1	1,86597	2,47814	3,49095	5,50521	11,52579
	v_2	2,43176	3,02722	4,02346	6,02114	12,02503
0,5	v_1	2,79893	3,59131	4,90232	7,50952	15,30244
	v_2	3,14767	3,91842	5,20795	7,79374	15,56515
1,0	v_1	3,73193	4,70458	6,31375	9,51392	19,07929
	v_2	3,86357	4,80963	6,39244	9,56634	19,10527

Dacă însă unghiul β rămîne fix, iar unghiul γ este variabil, valorile factorilor adimensionali ai reacţiilor se modifică şi sînt redate în tabelul 2.

Tabelul 2

k \ β		52° 30′	49°30′	46°30′	43°30′	40°30′
0	v_1	1,86597	2,32288	3,08732	4,62020	9,22717
	v_2	2,43180	2,90154	3,67870	5,22424	9,84390
0,5	v_1	2,79893	3,48429	4,63095	6,93026	13,84065
	v_2	3,15522	3,85229	5,01802	7,33636	14,26576
1,0	v_1	3,73097	4,64455	6,17305	9,23801	18,44956
	v_2	3,86357	4,80308	36,5741	9,44858	18,68800

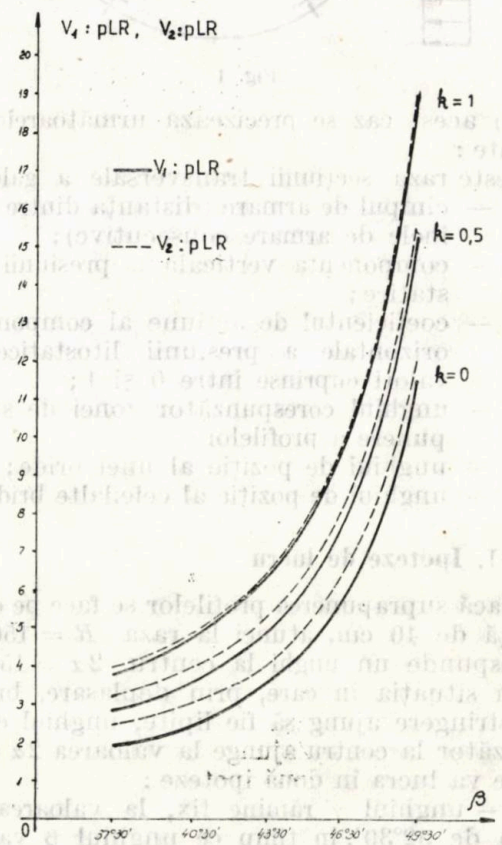


Fig. 4

Pentru o urmărire mai ușoară a influenței deplasării bridelor de strîngere asupra valorii reacțiilor, valorile din tabelele 1 și 2 au fost transpuse în grafice de variație (fig. 4 și 5).

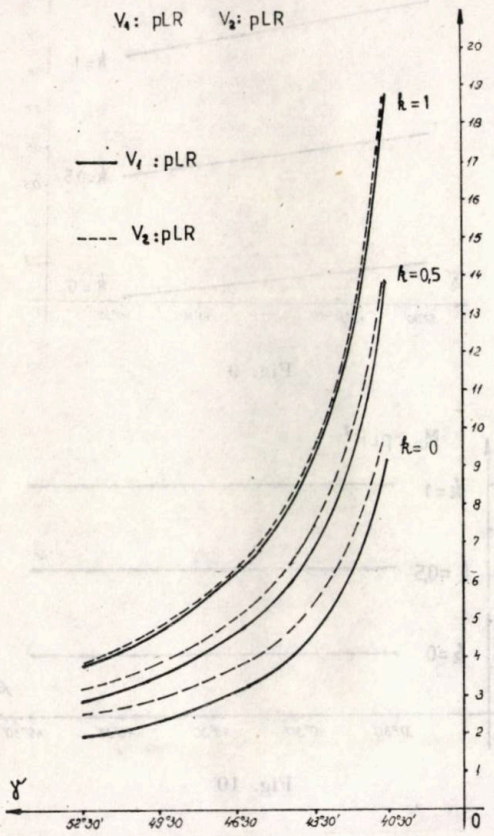


Fig. 5

V. Calculul momentelor încovoietoare

Pe baza schemelor de încărcare a segmentului de sus (fig. 2) și a segmentului din stînga (fig. 3), rezultă relațiile de calcul pentru momentele încovoietoare din principalele secțiuni ale susținerii inelare :

$$M_1 = 0,$$

$$T_2 = V_1 R \sin(\gamma - \beta) - pLR^2 \frac{(\sin\gamma - \sin\beta)^2}{2} -$$

$$- kLR^2 \frac{(\cos\beta - \cos\gamma)^2}{2},$$

$$M_3 = - V_1 R \sin\gamma + V_2 R \sin\beta - pLR^2 \frac{\sin^2\gamma}{2} -$$

$$- kpLR^2 \frac{(1 - \cos\gamma)^2}{2}, \qquad (6)$$

$$M_4 = 0,$$

$$M_5 = - V_2 R \sin(\gamma - \beta),$$

$$M_6 = - V_2 R \cos\beta + V_1 R \cos\gamma -$$

$$- pLR^2 \frac{(1 - \sin\gamma)^2}{2} - kpLR^2 \frac{\cos^2\gamma}{2}.$$

Dacă se înlocuiesc reacțiile cu formulele (5), se obțin formulele finale, pentru momentele nenule :

$$M_2 = - pLR^2 \left[v_1 \sin(\gamma - \beta) + \frac{(\sin\gamma - \sin\beta)^2}{2} + \right.$$

$$\left. + k \frac{(\cos\beta - \cos\gamma)^2}{2} \right] = - pLR\, m_2,$$

$$M_3 = - pLR^2 \left[v_1 \sin\gamma - v_2 \sin\beta + \frac{\sin^2\gamma}{2} + \right.$$

$$\left. + k \frac{(1 - \cos\gamma)^2}{2} \right] = - pLR^2\, m_3,$$

$$M_5 = - pLR^2 [v_2 \sin(\gamma - \beta)] = - pLR^2\, m_5,$$

$$M_6 = - pLR^2 \left[- v_1 \cos\gamma + v_2 \cos\beta + \frac{(1 - \sin\gamma)^2}{2} + \right.$$

$$\left. + k \frac{\cos^2\gamma}{2} \right] = - pLR^2\, m_6.$$

S-au notat cu litere mici părțile adimensionale ale momentelor încovoietoare. Variația acestora, în funcție de unghiul β (respectiv γ) și în funcție de cele trei valori principale ale factorului k, este prezentată în tabelele 3 și 4.

Tabelul 3

k / β		37°30′	40°30′	43°30′	46°30′	49°30′
0	m_2	0,50000	0,52558	0,55159	0,57776	0,60379
	m_3	0,31470	0,31470	0,31470	0,31470	0,31470
	m_5	0,62938	0,62938	0,62937	0,62938	0,62938
	m_6	0,81466	0,81466	0,81466	0,81466	0,81466
0,5	m_2	0,75000	0,76275	0,77576	0,78886	0,80187
	m_3	0,65732	0,65732	0,65732	0,65732	0,65732
	m_5	0,81467	0,81467	0,81467	0,81467	0,81467
	m_6	0,90732	0,50732	0,90732	0,90732	0,90732
1,0	m_2	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
	m_3	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
	m_5	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
	m_6	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000

Tabelul 4

k / γ		52°30′	49°30′	46°30′	43°30′	40°30′
0	m^2	0,50000	0,49444	0,48974	0,48611	0,48377
	m_3	0,31470	0,28911	0,26308	0,23691	0,21089
	m_5	0,62940	0,60326	0,57546	0,54609	0,51523
	m_6	0,81469	0,82204	0,83044	0,84186	0,85466
0,5	m_2	0,75000	0,74108	0,73396	0,72873	0,72551
	m_3	0,65272	0,62419	0,59175	0,56012	0,52963
	m_5	0,81663	0,80093	0,78497	0,76687	0,74667
	m_6	0,91331	0,92748	0,94949	0,97340	1,00000
1,0	m_2	1,00000	0,98749	0,97795	0,97112	0,96701
	m_3	1,00000	0,95839	0,91925	0,88169	0,84515
	m_5	1,00000	0,99861	0,99449	0,98766	0,97813
	m_6	1,00000	1,03371	1,06906	1,10670	1,14744

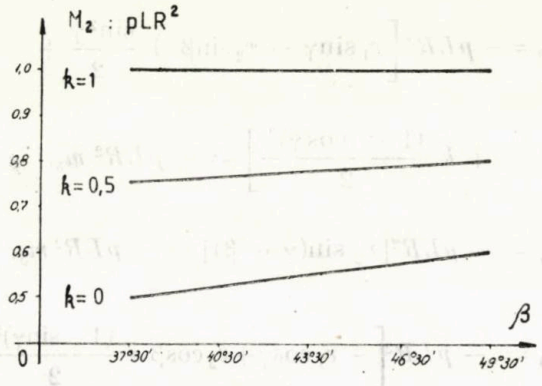


Fig. 6

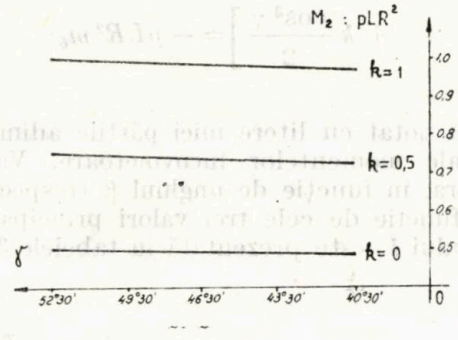


Fig. 7

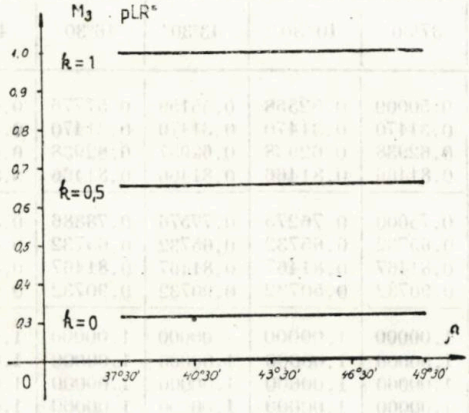


Fig. 8

Variația factorilor adimensionali ai momentelor încovoietoate poate fi urmărită mai ușor în graficele din figurile 6—13.

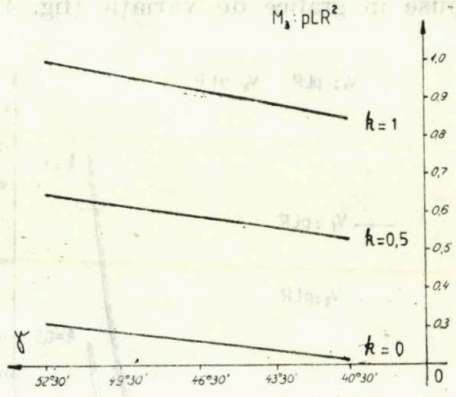


Fig. 9

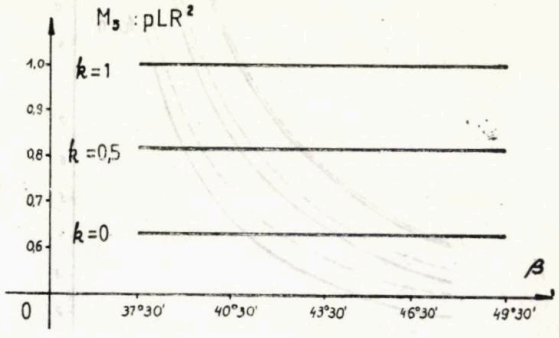


Fig. 10

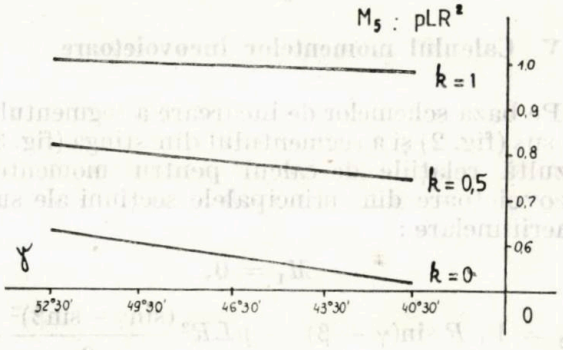


Fig. 11

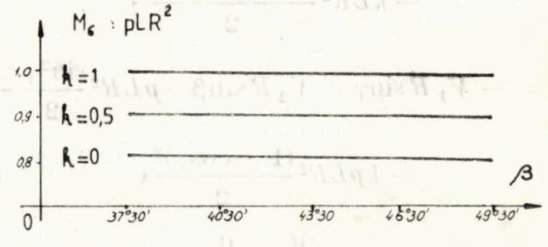


Fig. 12

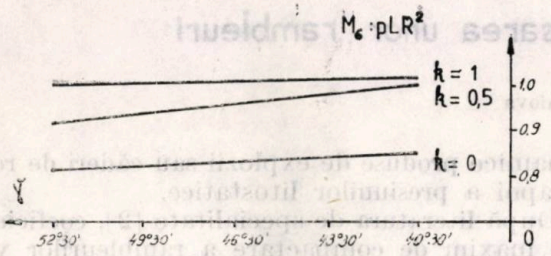


Fig. 13

Concluzii

Din analiza rezultatelor prezentate rezultă că.

1. Reacţiile exercitate de bridele de strîngere asupra segmentelor de profil laminat sînt, în toate cazurile, foarte apropiate ca valoare.

2. Reacţiile variază destul de mult (de la simplu la aproape triplu), o dată cu creşterea coeficientului k, cînd bridele ocupă poziţiile iniţiale de montaj, dar diferenţa dintre ele tinde să scadă, pe măsură ce bridele se apropie.

3. Valorile reacţiilor sînt puternic influenţate de poziţia relativă a bridelor de strîngere, astfel încît pentru poziţia lipită a bridelor, ele vor fi de cinci-şase ori mai mari decît în poziţia iniţială. Acest fapt atrage după sine exercitarea unor puternice forţe tăietoare locale şi despicarea (crăparea longitudinală) profilelor, cu tot cortegiul de urmări defavorabile ce rezultă de aici asupra rezistenţei susţinerii.

4. Pentru evitarea fenomenului de despicare a profilelor, se impune a se împiedica deplasarea bridelor de strîngere, una către alta, prin sisteme de acroşare, care să le păstreze poziţia iniţială de montaj, în raport cu capetele segmentelor de profil.

5. Valoarea reaţiilor este ceva mai mare, cînd unghiul β este variabil, decît atunci cînd variază unghiul γ.

6. Cele două reacţii din bride formează practic un cuplu de forţe de semn negativ.

7. Momentele încovoietoare sînt vizibil influenţate de valoarea coeficientului k şi cresc o dată cu creşterea acestuia. Fenomenul este important şi trebuie ţinut seama de el dacă se are în vedere că la un inel continuu momentele încovoietoare tind să scadă, cu creşterea lui k, şi devin chiar nule pentru $k = 1$.

8. Variaţia momentelor încovoietoare, în funcţie de apropierea bridelor de strîngere, este relativ importantă în unele cazuri (fig. 9) mai puţin importantă în altele (fig. 6, 7, 11, 13) sau prezintă valori constante (fig. 8, 10, 12).

9. Cele mai mari valori, în toate cazurile, le prezintă momentul încovoietor M_6 (între 0,81469 pLR^2 şi 1,14754 pLR^2), astfel încît calculele pentru rezistenţa susţinerii trebuie făcute în funcţie de acestea.

10. Prezentul studiu a fost întreprins pe baza ipotezei că deplasarea bridelor de strîngere se face astfel încît nu este afectată simetria constructivă a inelului de susţinere. Într-o lucrare ulterioară se va lua în consideraţie situaţia cînd deplasarea bridelor se face aleator, astfel încît inelul pierde simetria constructivă.

Bibliografie

[1] Buzdugan, Gh. *Rezistenţa materialelor.* Ed. tehnică, Bucureşti, 1970.

[2] Covaci, St., Bădulescu, M. *Exploatări miniere în subterane. Exemple de calcul.* Ed. tehnică, Bucureşti, 1962.

[3] Popescu, Al. *Metode de calcul al stabilităţii lucrărilor miniere subterane şi dimensionarea pilierilor de siguranţă.* M.M.P.G.-O.D.P.T., Bucureşti, 1973.

[4] * * * *Monografii de armare.* I.C.I.T.P.M.L. Craiova.

Considerații cu privire la tasarea unor rambleuri

Ing. D. Fotă
I.C.I.T.P.M.L. Craiova

Mult timp s-a considerat că utilizarea metodelor de exploatare cu rambleierea totală a golurilor nu poate determina în masivul de roci înconjurătoare apariția unor deformații care să împiedice buna funcționare și exploatare a lucrărilor și construcțiilor miniere din subteran și de la suprafață.

Dacă în cazul metodelor de exploatare cu surpare sau cu înmagazinarea minereului problema influenței exploatării asupra rocilor înconjurătoare este clară, atunci cînd se aplică metode de exploatare cu rambleiere, mulți consideră că prin umplerea excavațiilor cu rambleu procesele de deformare-deplasare a rocilor înconjurătoare încetează sau sînt neînsemnate.

Observațiile îndelungate efectuate la exploatarea unor zăcăminte de minereuri din lume [1] au dus la constatarea că, în cazul zăcămintelor în care rocile înconjurătoare au sau ajung prin alterare la un coeficient de tărie $f \leqslant 5$, sînt de așteptat fenomene de deformare și deplasare a rocilor din acoperiș, indiferent de înclinarea pe care o au, cît și a celor din culcuș, la zăcămintele cu o înclinare de peste 50°, concluzie care se verifică și în cazul unor zăcăminte din țara noastră aflate în această situație.

După cum se cunoaște, redistribuirea și concentrarea tensiunilor din masiv, ca urmare a exploatării, provoacă în tavanul și pereții excavației o serie de deformații, materializate la început prin fisuri și apoi prin desprinderi, surpări și alunecări de roci către interiorul golurilor. Împiedicarea sau limitarea acestor deformații se poate obține numai prin rambleierea excavațiilor cu materiale capabile să preia, cu deformații limitate, tensiunile exercitate de masiv.

În cazul metodelor de exploatare cu rambleiere, realizarea acestui deziderat depinde de o serie de factori, dintre care o importanță mai deosebită o prezintă :

— calitatea rambleului ;
— procedeul de rambleiere ;
— sensul de exploatare pe verticală ;
— geometria golurilor care se rambleiază ;
— rezistența, gradul de fisurare și de alterare al rocilor din pereții excavațiilor rambleiate ;
— adîncimea de exploatare.

Făcînd abstracție de existența golurilor tehnologice, care în czul exploatării descendente poate atinge 7 pînă la 10 % din înălțimea unei felii, se scapă din vedere faptul că toate materialele granulare introduse în excavațiile subterane au un coeficient inițial de înfoiere mare și că, în timp, intervine compactarea, mai întîi sub influența greutății proprii și a șocurilor dinamice produse de explozii sau căderi de roci și apoi a presiunilor litostatice.

După literatura de specialitate [2], coeficientul maxim de compactare a rambleurilor variază între următoarele limite :

— rambleiere hidraulică :
- cu nisip, 5—15 % ;
- cu piatră spartă, 20—35 % ;

— rambleiere pneumatică, 35—50 % ;
— rambleiere prin cădere liberă, 35—40 %.

Creșterea în timp a gradului de compactare a rambleurilor determină o pierdere în volum a acestora, materializată în interiorul excavațiilor miniere rambleiate printr-o tasare pe verticală.

Golurile astfel formate, împreună cu spațiile rămase de la început nerambleiate, favorizează procesul de desprindere și surpare a rocilor în tavan și pereți.

Aducerea acestor roci în stare de instabilitate este determinată atît de rezistența primară redusă a masivului sau diminuată pe parcurs de procesele de alterare ce se produc sub influența factorilor hidroclimatici, cît și prin fisurarea secundară cauzată de redistribuirea tensiunilor în masiv sau de vibrațiile produse de explozii.

Posibilitățile de compactare-tasare ale rambleurilor nu sînt infinite și sînt determinate de gradul de afinare pe care-l primesc la punerea lor în operă, de compoziția granulometrică și de rezistența materialelor componente. Din acest motiv, alegerea rambleurilor nu este numai o problemă de eficiență economică.

La exploatările de minereuri din țară, urmărirea fenomenelor de deformație, care au fost înregistrate în masivele de roci situate în vecinătatea zăcămintelor exploatate prin metode cu rambleiere, au generat — în decursul timpului — o serie de concluzii de natură calitativă, fără a se stabili însă caracteristicile unuia sau altuia dintre rambleurile indicate pentru utilizare.

Punîndu-se problema eficienței tehnice a unor soluții de rambleiere pentru mina de minereuri Șuior, s-a ajuns la concluzia că problema nu poate fi rezolvată corect pînă nu se cunosc disponibilitățile de compactare ale rambleurilor în cauză. În acest scop, cît și pentru stabilirea într-o formă cantitativă a diferențelor de comportament la solicitări, s-a considerat că este necesar să fie testate în laborator materialele propuse sau utilizate pentru umplerea excavațiilor subterane rezultate din exploatare.

Întrucît la susținerea excavațiilor rezultate din exploatarea zăcămîntului Șuior s-au utilizat sau se utilizează mai multe tipuri de rambleuri, determinările s-au efectuat atît pe rambleuri neconsolidate alcătuite din piatră spartă, balast de rîu, steril de flotație umed și uscat, cît și pe rambleuri consolidate reprezentate prin două sorturi de beton.

Testările s-au realizat cu ajutorul unor prese hidraulice de mare putere. În cazul materialelor granulare și pulverulente, probele au avut secțiunea de apăsare egală cu 6000 cm² și deformația laterală împiedicată. Probele din rambleu consolidat au avut o formă prismatică și dimensiuni standardizate.

Posibilitățile de compactare ale acestor rambleuri s-au obținut prin înregistrarea tasării probelor în timpul supunerii lor la solicitări crescătoare de compresiune. Curbele efort-deformare rezultate au arătat că între tasare și solicitări există o dependență exponențială de forma $\varepsilon = A\,\sigma^b$, în care A și b sînt doi coeficienți caracteristici fiecărui tip de rambleu, determinați prin metoda celor mai mici pătrate.

Primul material testat a fost piatra spartă rezultată din concasarea andezitului. Granulometric, materialul era alcătuit din 69—82% fracțiuni cu dimensiuni cuprinse între 2 și 20 mm și din 18 la 31% fracțiuni cu dimensiuni între 20 și 50 mm. Greutatea specifică absolută a andezitului era de 2,92 t/m³, iar greutatea specifică aparentă în masiv de 2,50 t/m³. Transformat prin concasare în material de rambleu, greutatea volumetrică inițială a pietrei sparte a fost de 1,68 t/m³ și a ajuns la compactarea maximă din final la 2,36 t/m³.

Supus la solicitări ca rambleu uscat, andezitul concasat se tasează aproximativ uniform. Curba medie efort-deformare urmează aproximativ traseul unei funcții exponențiale de forma :

$$\varepsilon = 3{,}16\ \sigma^{0{,}54},$$

în care :

ε este tasarea, %;

σ — tensiunea de compactare, kgf/cm².

Tasarea andezitului concasat a ajuns la un maximum de 28% atunci cînd efortul static de comprimare a fost de 58 kgf/cm². La începutul solicitării coeficientul de afînare a fost de 1,48 și s-a redus în final pînă la 1,06.

Al doilea material supus încercărilor a fost alcătuit dintr-un balast de rîu. În compoziția granulometrică a acestuia 30—35% o reprezenta nisipul, 54—68% piatra rulată și 2—12% bolovănișul. Valoarea medie a greutății specifice absolute a fost de 2,82 tf/m³, iar greutatea volumetrică a variat de la 2,01 la 2,37 t/m³.

Supus compactării, balastul cu o înfoiere inițială de 1,4 s-a îndesat și a ajuns ca la tasarea maximă înregistrată să aibă un coeficient de înfoiere final de 1,19.

Un sfert din tasarea balastului de rîu se produce în momentul încărcării. La 2 kgf/cm² tasarea reprezintă deja 47% din compactarea maximă care se produce la 60 kgf/cm², moment în care tasarea reprezintă 25% din înălținea coloanei de rambleu.

Curba medie de tasare la solicitări a balastului poate fi aproximată prin ecuația :

$$\varepsilon = 10\ \sigma^{0{,}22}.$$

Aceleași determinări au fost efectuate pe sterilul de flotație colectat din iazul de decantare al Flotației centrale Baia Mare, steril care, din punct de vedere granulometric, este un nisip prăfos.

Fracția cea mai abundentă, reprezentînd 70—90% din masa sterilului, a fost constituită din particule solide cu diametrul cuprins între 0,05 și 2,0 mm, urmată, în proporții de 10—25%, de fracția cu diametrul cuprins între 0,005 și 0,05 mm. Greutatea specifică absolută medie a fost de 2,93 t/m³. Greutatea volumetrică în stare uscată, corespunzătoare unei porozități de 40%, a fost de 1,74 t/m³.

Supus la solicitări de comprimare, sterilul de flotație umed a ajuns la tasarea maximă de 15%, la o sarcină de numai 13 kgf/cm², în timp ce în stare uscată, pentru a ajunge la aceeași tasare, are nevoie de o forță de comprimare de 100 kgf/cm². În prima parte a curbei efort-deformație, viteza de tasare a sterilului umed este cu mult mai mare decît a sterilului uscat. La valoarea forței de comprimare la care sterilul de flotație umed încheie tasarea, sterilul uscat înregistrează o tasare de numai 6%.

Pentru sterilul de flotație umed, ecuația curbei efort-deformație este aproximativ de forma :

$$\varepsilon = 4{,}65\ \sigma^{0{,}48},$$

în timp ce comportamentul aceluiași steril în stare uscată poate fi aproximat tot cu o funcție exponențială și anume :

$$\varepsilon = 1{,}8\ \sigma^{0{,}46}.$$

Datorită deformațiilor mari înregistrate în masivul înconjurător prin umplerea golurilor cu rambleu uscat, cît și din cauza implicațiilor pe care le creează apa prin grăbirea procesului de alterare și prin favorizarea erupțiilor de noroi, în unele panouri de exploatare din zăcămîntul Șuior umplerea golurilor se face cu o combinație de două calități de rambleu consolidat.

Pentru a corespunde cu solicitările pe care le preia în cadrul tehnologiei de rambleiere aplicată la mina Șuior, comportamentul celor două sorturi de rambleu consolidat a fost determinat în condiții de solicitare monoaxială și deformare laterală liberă.

Primul sort de rambleu consolidat a fost de fapt un beton cu 150 kg ciment la metru cub. Greutatea specifică absolută a variat de la 2,69 la 2,84 t/m^3, iar greutatea volumetrică de la 1,85 la 2,21 t/m^3, cu o medie de 2,06 t/m^3.

Rezistența la compresiune a fost aceea a unor betoane de fundații și a variat de la 48 la 140 kgf/cm^2, cu o valoare medie de 70 kgf/cm^2. Rezistența la tracțiune a variat de la 12 la 16 kgf/cm^2.

Al doilea sort de rambleu consolidat a fost un beton de umplutură cu 50 kg ciment la metru cub. Cu o greutate volumetrică medie sau redusă (1,80 t/m^3) a avut rezistența la compresiune cuprinsă între 16 și 36 kgf/cm^2, cu o medie de 26 kgf/cm^2, în timp ce la tracțiune a cedat la eforturi care nu au depășit 4—6 kgf/cm^2.

Tasare maximă, fără ca betonul din primul sort să cedeze, s-a obținut la un grad de solicitare reprezentînd 80—85% din valoarea rezistenței de rupere la compresiune monoaxială și a fost sub 1%. Curba reprezentînd această tasare, funcție de mărimea efortului de compactare, se poate aproxima cu relația:

$$\varepsilon = 0{,}10\sigma^{0{,}58}.$$

Rambleul consolidat, format din beton de umplutură, a avut același comportament, dar cu o tasare mai mare și anume de 3—4% la o solicitare reprezentînd 70% din rezistența la compresiune.

Și în acest caz, dependența dintre tasare și solicitare a fost de tip exponențial și anume:

$$\varepsilon = 0{,}6\sigma^{0{,}58}.$$

Supuse în timp la solicitări de compresiune constante și crescătoare, epruvetele din primul sort de beton au avut un comportament visco-elasto-plastic, cu deformații de aproape trei ori mai mari decît cele ale unor roci cu aceleași rezistențe. La intrarea în regim de solicitare, acest beton se compactează, după care, la tensiuni mai mari, manifestă o creștere în volum (dilatanță) din cauza deformațiilor de forfecare.

La un grad redus de solicitare, tasarea betonului se încheie după 30—40 de zile. La grade de solicitare reprezentînd peste 40% din valoarea efortului de rupere, viteza de deformare crește și, ca atare, tasarea se încheie între 20 și 25 de zile, mai mult de 75% din deformație producîndu-se în primele 10 zile.

Avînd în vedere că pentru limitarea deformării masivului înconjurător, la exploatarea descendentă este recomandabilă utilizarea rambleurilor care au o tasare minimă, din analiza curbelor solicitare-tasare ale celor șase sorturi de rambleu rezultă că această funcție o poate îndeplini numai rambleul consolidat.

Cel mai bun proces de tasare pentru exploatarea ascendentă îl prezintă balastul de rîu și sterilul de flotație umed, rambleuri care, la presiuni relativ mici, își consumă în jur de 50% din posibilitățile lor de compactare.

Cel mai corespunzător dintre rambleurile neconsolidate este sterilul de flotație umed care, datorită valorii mici a tasării maxime, ajunge în starea de nedeformare la presiuni miniere reduse. Cu toate că în final are aproximativ aceeași tasare, sterilul de flotație uscat este necorespunzător din punctul de vedere al stabilității masivului înconjurător, deoarece compactarea unui astfel de rambleu se încheie numai la presiuni mari și, ca atare, favorizează deformarea continuă și în lanț a rocilor care înconjoară excavațiile.

Bibliografie

[1] Kuzneţov, M. A. ș.a. *Deplasarea rocilor în zăcămintele metalifere.* Ed. Nedra, Moscova, 1971.

[2] * * * *Recomandări privitoare la măsurile de luat pentru consolidarea clădirilor și instalațiilor aflate în zona de influență a exploatărilor subterane.* Leningrad, Stroiizdat, 1967.

[3] Fotă, D. *Elemente de aimensionare a carierelor și de stabilire a influenței exploatării asupra zonei învecinate.* Studiu I.C.I.T.P.L.C.I.M.-Deva, 1982.

Trasarea profilelor echidistante în exploatările miniere la zi

Dr. mat. **T. Noaghi**
dr. ing. **I. Pădure**
Institutul de Mine Petroşani

I. Generalităţi

Recepţia şi evidenţa producţiei realizate în exploatările miniere la zi este o lucrare topografică ce necesită o mare cantitate de timp şi un consum deosebit de forţă calificată de muncă.

Ridicările topografice aferente acestor lucrări au ca elemente de sprijin reţeaua topografică proprie exploatării miniere la zi, constituită în vederea conducerii din punct topografic a tuturor lucrărilor miniere (mecanice şi de exploatare).

Reţeaua topografică de sprijin este constituită din triangulaţia topografică TT minieră şi este formată din cel puţin trei puncte de triangulaţie de ordinul IV sau V, puncte dependente de reţeaua naţională de triangulaţie. Punctele de tiangulaţie minieră sînt situate în apropierea exploatării miniere la zi, dar în afara acesteia, în locuri stabile, ferite de circulaţie, cu vizibilitate din toate părţile. Faţă de punctele de triangulaţie topografică minieră se încadrează puncte dependente de triangulaţie minieră, formînd aşa-numita reţea de apropiere RA, care face parte tot din reţeaua topografică de sprijin. Între acste puncte se fac legături prin trasee poligonale TP, plasate pe berma carierei, trasee care, în mod obligatoriu, sînt constrînse de elementele de sprijin (coordonate şi orientări) stabilite şi stabile, furnizate de reţeaua de apropiere.

O problemă spinoasă care necesită o grijă deosebită la deschiderea şi pregătirea pentru exploatare este alegerea metodei optime de evaluare în timp a producţiei realizate în exploatări miniere la zi.

Studiile de specialitate evidenţiază calităţile, avantajele şi dezavantajele unei metode în raport cu alte metode.

În ansamblu, fiecare metodă are avantaje, în special după modul de dezvoltare a exploatării miniere la zi după o axă, două, sau funcţie de adîncimea de exploatare.

Făcînd referiri la metoda profilelor — metodă folosită în evaluarea în timp a producţiei realizate — se cunoaşte că un mare dezavantaj îl aduce aplicarea metodei datorită nerealizării în primul rînd a neparalelismului profilelor, iar în al doilea rînd a nerespectării echidistanţei între profile. Pentru realizarea acestui lucru literatura de specialitate, în coroborare cu activitatea practică, indică utilizarea a două aliniamente rectilinii, paralele pe bermele longitudinale ale exploatării miniere la zi, şi trasarea, în raport cu acestea, a profilelor echidistante paralele între ele şi perpendiculare pe aliniamentele amintite. Întrebarea care se pune este dacă totdeauna sînt asigurate condiţiile acestea ideale pentru trasarea profilelor.

Prezenta lucrare presupune, de la început, lipsa condiţiilor ideale. Astfel, se consideră că berma permite trasarea unei poligonaţii de contur TP , bine determinată faţă de reţeaua de apropiere RA.

În figura 1 este prezentată situaţia lucrărilor topografice la nivelul unei exploatări miniere

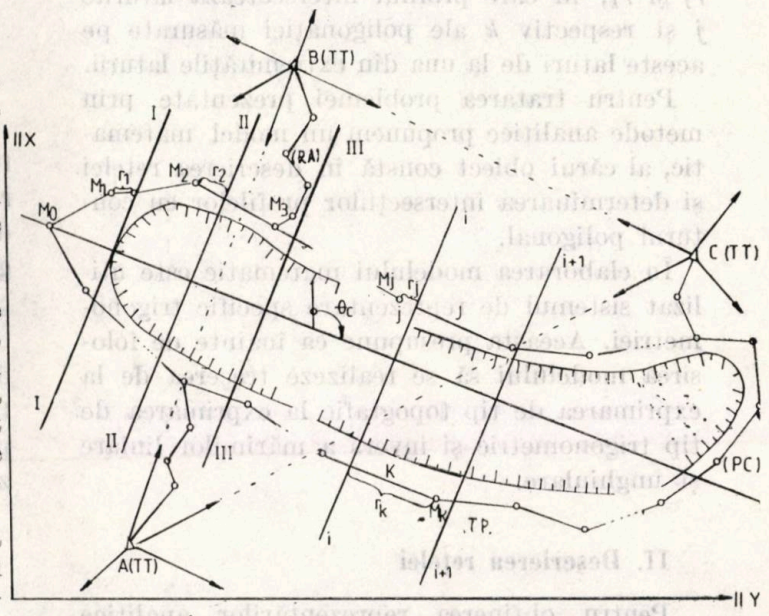


Fig. 1. Situaţia lucrărilor topografice în exploatarea minieră la zi

la zi care se pretează la evaluarea volumelor prin metoda profilelor. Astfel, sînt prezentate triangulaţia topografică TT, reţeaua de apropiere RA şi poligonaţia de contur TP. Evaluarea producţiei presupune trasarea unor profile echidistante la echidistanţa e cuprinsă între 25 şi 50 m, aleasă funcţie de gradul de precizie impus (echidistanţa mică conduce la precizie mai bună decît alegerea echidistanţei mari).

În trasarea liniilor de profil se ţine cont de parametrii următori:

Q_c — orientarea după dezvoltarea longitudinală a carierei;

M_0 — un punct la capătul carierei aparţinînd poligonaţiei de contur, în afara zonei exploatabile (punct fundamental).

Astfel profilele vor fi orientate pe o direcție θ_p, perpendiculară pe orientarea exploatării miniere la zi:

$$\theta_p = \theta_c \pm 100^g.$$

Față de aceste condiții se face plasarea celorlalte profile P_{I-I}, P_{II-II}, ..., P_{i-i}, ...

Materializarea profilelor se face cu borne staționabile, metalice sau din beton, plasate pe laturile poligonale (punct pe dreaptă).

Fiecare profil $i-i$ (nominalizări exprimate prin cifre romane) se determină prin punctele în care intersectează laturile poligonației, puncte a căror poziție este precizată prin distanțele r_j și r_k, în care profilul intersectează laturile j și respectiv k ale poligonației măsurate pe aceste laturi de la una din extremitățile laturii.

Pentru tratarea problemei prezentate prin metode analitice propunem un model matematic, al cărui obiect constă în descrierea rețelei și determinarea intersecțiilor profilelor cu conturul poligonal.

În elaborarea modelului matematic este utilizat sistemul de reprezentare specific trigonometriei. Aceasta presupune ca înainte de folosirea modelului să se realizeze trecerea de la exprimarea de tip topografic la exprimarea de tip trigonometric și invers a mărimilor liniare și unghiulare.

II. Descrierea rețelei

Pentru obținerea reprezentărilor analitice ale elementelor rețelei se impune parcurgerea etapelor următoare.

1. Reprezentarea axei de dezvoltare a carierei: coeficientul unghiular θ_c și punctul M_0 (x_0, y_0) (fig. 2). Ecuația axei de dezvoltare D va avea următoarea formă:

$$y - y_0 = m\,(x - x_0) \tag{1}$$

unde:

$$m = \operatorname{tg}\theta.$$

Exprimînd $\operatorname{tg}\theta$ funcție de $\sin\theta$ și $\cos\theta$, ecuația (1) poate fi scrisă sub forma:

$$ax + by + c = 0, \tag{2}$$

ai cărei coeficienți sînt dați de următoarele egalități:

$$\begin{aligned} a &= \sin\theta, \\ c &= -\cos\theta, \\ c &= y_0\cos\theta - x_0\sin\theta. \end{aligned} \tag{3}$$

2. Reprezentarea elementelor rețelei de profile. Deoarece toate elementele $(P_{i,i=1,2,\ldots,n})$ rețelei de profile sînt perpendiculare pe axa de dezvoltare D, notînd cu θ' unghiul a cărei tangentă dă panta m' a dreptelor rețelei de profile: $(m' = \operatorname{tg}\theta')$ cu $\theta' = \theta + \frac{\pi}{2}$, fiecare din dreptele rețelei va putea fi privită ca dreaptă determinată de un punct $R_i(x_i, y_i)$ situat pe axa D și unghiul θ', deci va avea o reprezentare de forma:

$$y - y_i = m'(x - x_i) \quad (i = 1,\ 2, \ldots, n). \tag{4}$$

Pentru obținerea coordonatelor (x_i, y_i) ale punctelor R_i, se vor folosi proprietățile acestora de a fi situate pe axa de dezvoltare și că toate aceste profile ale rețelei sînt egal depărtate între ele, distanța între ele fiind e.

Utilizînd aceste proprietăți se poate impune condiția ca (x_i, y_i) să satisfacă ecuația (2) și scriind că R_i se află la distanța $i \cdot e$ de punctul M_0, se obțin pentru (x_i, y_i) următoarele exprimări:

$$\begin{aligned} x_i &= x_0 + i \cdot e\cos\theta \\ y_i &= y_0 + i \cdot r\sin\theta. \end{aligned} \quad (i = 1,\ 2, \ldots, n) \tag{5}$$

Înlocuind în relația (4) pe θ' și pe (x_i, y_i) dată de relația (5), se pot pune ecuațiile profilelor P_i sub forma:

$$A_i x + B_i y + C_i = 0, \tag{6}$$

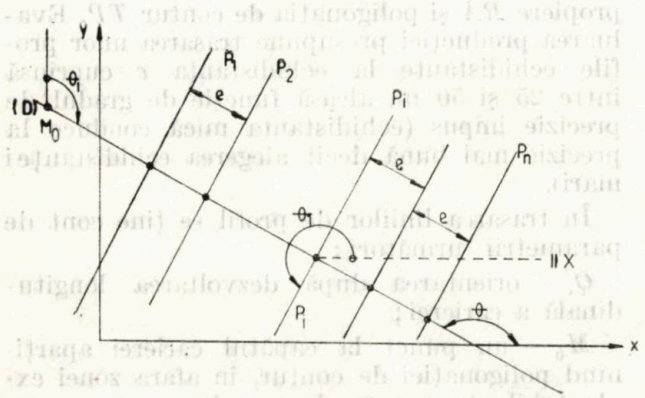


Fig. 2. Situarea profilelor

coeficienţii acestora avînd următoarele expresii:

$$A_i = \sin\theta';$$
$$B_i = -\cos\theta'; \qquad (7)$$
$$C_i = y_i\cos\theta' - x_i\sin\theta',$$

expresii care, în baza egalităţilor: $\theta' = \theta + \frac{\pi}{2}$ şi (5), vor lua următoarea formă:

$$A_i = \cos\theta;$$
$$B_i = \sin\theta;$$
$$C_i = -y_0\sin\theta - x_0\cos\theta - i\cdot e.$$

III. Determinarea intersecţiilor reţelei de profile cu conturul poligonal

Determinarea conturului se face cu ajutorul mulţimii de puncte date de $M_j(x_j \cdot y_j)$ $(j = 1,2,\ldots,s)$ (fig. 3):

$$(x - u_1)(v_2 - v_1) = (y - v_1)(u_2 - u_1) \qquad (8)$$

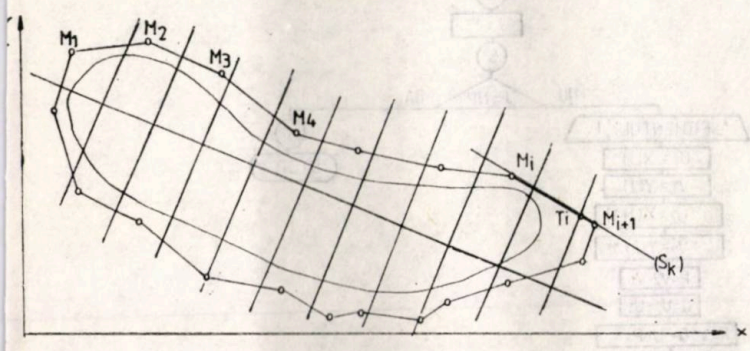


Fig. 3. Conturul poligonal

în care:

$$u_i = x_j; \qquad v_1 = y_j;$$
$$u_2 = x_j + 1; \qquad v_2 = y_j + 1. \qquad (9)$$

Ordonînd ecuaţia (8) în raport cu variabilele x şi y, aceasta va putea fi pusă sub forma:

$$p_x + q_y + r = 0, \qquad (10)$$

coeficienţii acesteia avînd următoarele expresii:

$$p = v_2 - v_1;$$
$$q = u_1 - u_2; \qquad (11)$$
$$r = v_1(u_2 - u_1) - u_1(v_2 - v_1).$$

Pentru obţinerea punctelor de intersecţie dintre profilul P_i al reţelei, cu un segment M_i, M_{i+1} al conturului poligonal, se va intersecta profilul P_i cu dreapta S_k pe care este situat segmentul ales, ceea ce analitic înseamnă rezolvarea sistemului format din ecuaţia (6) cu dreapta P_i şi ecuaţia (10) a dreptei S_k, adică sistemul:

$$A_ix + B_ix + C_i = 0$$
$$p_x + q_y + r = 0. \qquad (12)$$

Rezolvarea acestui sistem presupune calcularea determinanţilor:

$$\Delta = \begin{vmatrix} A_i & B_i \\ p & q \end{vmatrix}$$

$$\Delta_x = \begin{vmatrix} -C_i & B_i \\ -r & q \end{vmatrix} \qquad (13)$$

$$\Delta_y = \begin{vmatrix} A_i & -C_i \\ p & -r \end{vmatrix}$$

În funcţie de valorile lui Δ, Δ_x şi Δ_y apar următoarele situaţii:

● $\Delta \neq 0$, atunci sistemul (12) este compatibil şi unic determinat avînd soluţia:

$$x_i = \frac{\Delta_x}{\Delta} \text{ şi } y_i = \frac{\Delta_y}{\Delta}, \qquad (14)$$

(x_i, y_i) fiind coordonatele punctului T_i în care cele două drepte P_i şi δ_k se intersectează.

● $\Delta = 0$; $\Delta x = 0$; $\Delta y = 0$, sistemul (12) este compatibil şi nedeterminat, deci $P_i \equiv S_k$.

● $\Delta = 0$ şi $\Delta x \neq 0$ sau $\Delta y \neq 0$, sistemul (12) este incompatibil, deci dreptele nu se vor intersecta şi $P_i \| S_k$.

Odată stabilită existenţa sau inexistenţa intersecţiei dintre profilul P_i cu dreapta suport S_k (deci aceasta există), se impune a vedea dacă punctele de intersecţie sînt situate pe segmentul P_1P_2 sau în afara lui. Această problemă va fi abordată pentru fiecare din cele trei situaţii prezentate.

Pentru prima situaţie: în acest caz, avînd un singur punct de intersecţie $T_i(x_i, y_i)$, pentru ca el să fie situat pe segmentul P_1P_2 coordonatele (x_i, y_i) se impune să fie situate între coordonatele lui P_1 şi P_2, luate în ordine crescătoare, ceea ce înseamnă că trebuie să satisfacă condiţia:

$$\begin{cases} min(u_1, u_2) \leqslant x_i \leqslant max(u_1, u_2) \\ min(v_1, v_2) \leqslant y_i \leqslant max(v_1, v_2). \end{cases} \qquad (15)$$

Pentru situaţia a doua: în acest caz toate punctele segmentului sînt situate pe profilul P_i.

Pentru situația a treia: în acest caz nu se pune problema.

În condițiile în care există un punct M de intersecție între latura poligonală și un profil, se poate preciza poziția acestui punct pe distanța de la o extremitate a laturii la un punct care este dat de relația:

$$r = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}, \qquad (16)$$

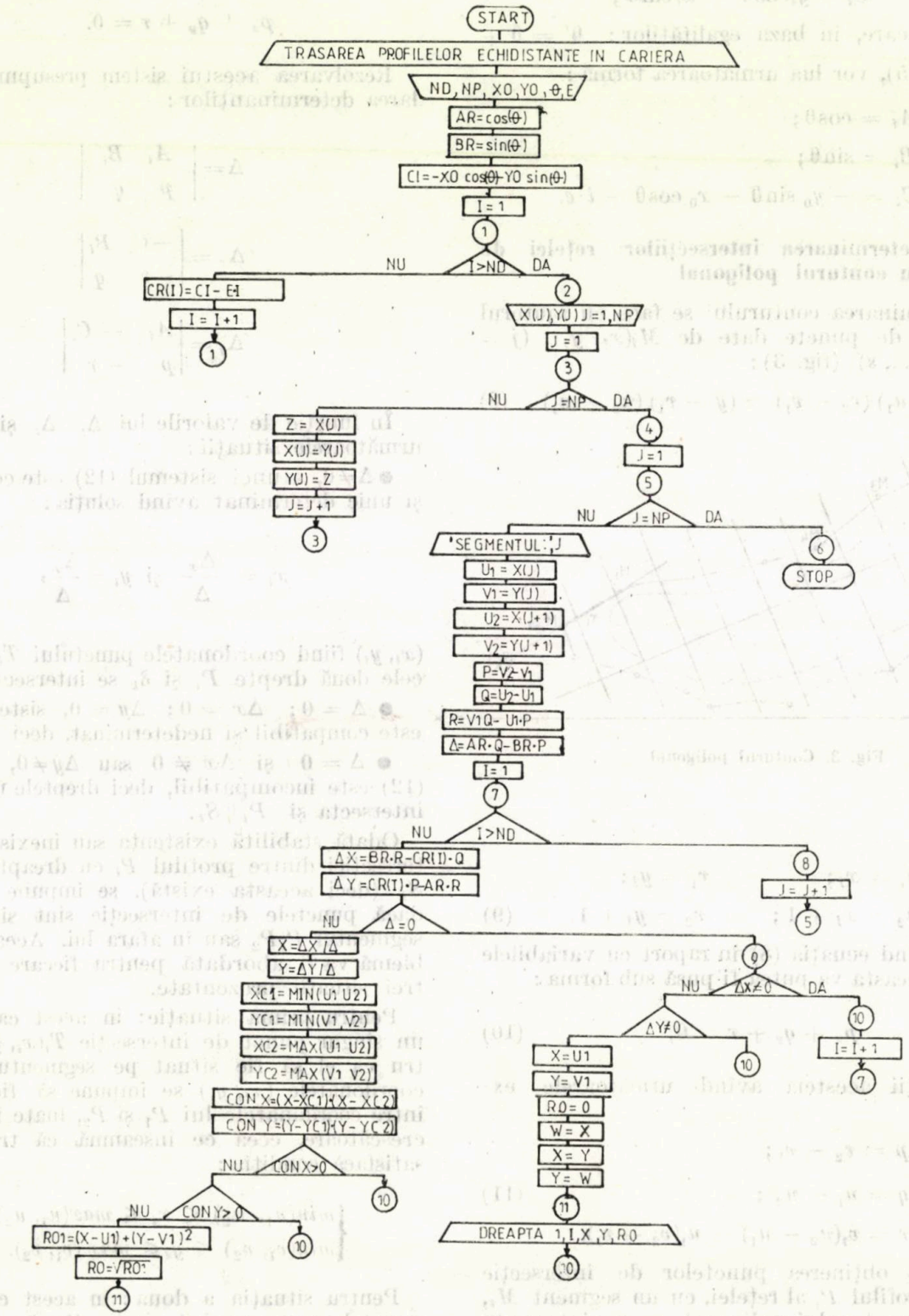


Fig. 4. Schema logică

unde:

(x_1, y_1) reprezintă extremitatea;
(x_2, y_2) — punctul M.

Cu ajutorul modelului matematic prezentat, a fost elaborată schema logică (fig. 4) care, cu ajutorul unui limbaj de programare, permite elaborarea programului de rezolvare a problemei cu ajutorul calculatorului cu program memorat.

În această schemă mărimile de intrare sînt:

ND — numărul de drepte care formează rețeaua de profile P_i;
NP — numărul de puncte care determină conturul poligonal;
x_0y_0 — coordonatele unui punct M_0 situat pe axa exploatării miniere la zi;
θ_c — orientarea (care se exprimă în radiani) axei exploatării miniere la zi;
e — echidistanța dintre liniile de profil r_i;
$y(j)$ — coordonatele punctelor ce formează conturul poligonal și mărimile de ieșire:
x, y — coordonatele punctelor în care un segment d_k al conturului poligonal intersectează o dreaptă din rețeaua de profil P_i;
RO — distanța de la prima extremitate a segmentului conturului poligonal la punctul de intersecție a segmentului cu o dreaptă din rețeaua de profile P_i.

Concluzii

Problema luată în studiu oferă elementele analitice capabile de trasare în teren, printr-un procedeu extrem de simplu, a profilelor de preluare privind mișcarea volmelor de descopertă și util din cadrul exploatărilor miniere la zi. Avînd la dispoziție date direct distanța R_0 de la un punct poligonal, aceasta se măsoară direct cu ruleta pe latura poligonală, materializîndu-se un capăt al profilului. La fel se procedează și cu celălalt capăt. Se obține astfel linia de profil și deci ansamblul liniilor de profil în condiții de echidistanță și paralelism, utilizînd o poligonație de contur fără condiții anteimpuse.

Sistem de acționare a unui grătar cu bare mobile

Ing. I. Muste
Combinatul minier Cluj

I. Introducere

Operația prin care se realizează separarea granulelor de substanțe minerale utile pe cale mecanică în două sau mai multe clase granulometrice, de dimensiuni diferite, poartă denumirea de clasare volumetrică sau ciuruire.

Domeniul de aplicare, în funcție de mărimea granulelor, este cuprins între 500 și 0,04 mm.

Pentru ciuruirea substanțelor minerale utile, ale căror dimensiuni depășesc 50—150 mm, se folosesc grătare, iar, pentru cele ale căror dimensiuni sînt sub 50—150 mm, se utilizează ciururi sau site.

Amplasarea grătarelor *1* în fluxul tehnologic se face între un utilaj de alimentare *2* și unul sau mai multe utilaje de evacuare *3* (fig. 1).

De cele mai multe ori însă aceste grătare sînt dispuse între un alimentator și un concasor.

Scopurile pentru care se face clasarea volumetrică sînt:

- separarea substanței minerale, avînd o granulație foarte dispersată, în clase ale căror dimensiuni să se încadreze în limitele cerute de consumatori;
- asigurarea alimentării instalațiilor și a mașinilor de concentrare cu material de dimensiuni corespunzătoare unei bune funcționări;
- evitarea alimentării utilajelor de sfărîmare cu material prea mărunt, mărind astfel

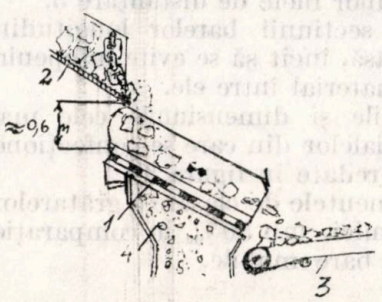


Fig. 1. Amplasarea grătarului în flux:
1 — grătar; *2* — alimentator; 3 — utilaje de evacuare refuz; *4* — coș recepție trecere

capacitatea acestor utilaje și reducînd totodată consumul de energie;

- eliminarea materialului mărunt din circuitul de sfărînare, în vederea evitării unei suprasfărîmări sau prăfuiri;
- eliminarea anumitor fracții cu conținut mare de cenușă, în cazul cărbunilor, sau cu un

conținut mare de steril, în cazul producerii de piatră calibrată, situație în care aceste grătare se numesc separatoare de steril ;

● eliminarea apei în cazul operațiilor de desecare.

II. Tipuri de grătare, mod de acționare și domenii de utilizare

După felul construcției și modul de funcționare, grătarele se împart în :

a — grătare cu bare fixe ;

b — grătare cu bare mobile.

Grătarele cu bare fixe (fig. 2) sînt executate din bare metalice *1*, dispuse longitudinal față de

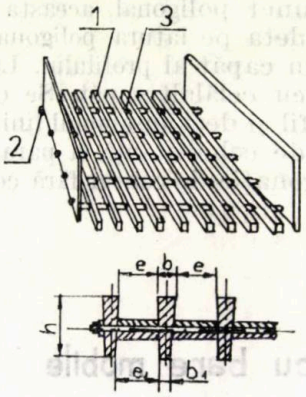


Fig. 2. Grătar cu bare fixe :
a — vedere de ansamblu ; *b* — detalii de execuție ; *1* — bare metalice longitudinale ; *2* — bare metalice transversale ; *3* — inele de distanțare

direcția fluxului de material ce urmează a fi ciuruit, așezate paralel și în același plan și consolidate cu alte bare transversale *2*. Distanța dintre barele longitudinale *e* este menținută cu ajutorul unor inele de distanțare *3*.

Forma secțiunii barelor longitudinale este astfel aleasă, încît să se evite înțepenirea bucăților de material între ele.

Secțiunile și dimensiunile cele mai uzuale ale materialelor din care se confecționează grătare sînt redate în figura 3.

Randamentele de clasare a grătarelor cu bare fixe sînt mici, sub 50%, în comparație cu grătarele cu bare mobile.

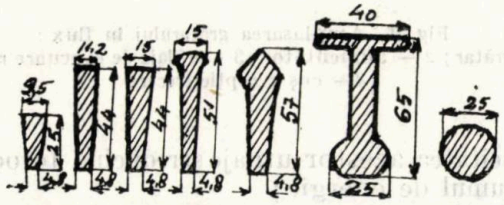


Fig. 3. Forma și dimensiunile barelor de grătar

Grătarele cu bare fixe se utilizează destul de frecvent la clasarea substanțelor minerale utile, înainte de intrarea materialului în concasoarele cu fălci, la descărcarea vagoanelor, autobasculantelor sau a vagonetelor de funicular deasupra silozurilor, pentru a reține bucățile de material supragabarite, care ar putea înfunda gurile de evacuare din siloz.

De regulă, aceste grătare se montează cu o înclinare de 30—50°, în funcție de granulația și natura materialului, astfel că materialul are o curgere liberă, datorită energiei gravitaționale.

Grătarele cu bare fixe au avantajul că nu consumă energie și se întreține ușor, dar se înfundă frecvent, în cazul materialelor umede și lipicioase, au capacitate mică de prelucrare și randament de clasare redus.

Grătarele cu bare mobile se pot diviza în :

— grătare cu bare longitudinale mobile ;

—grătare cu bare transversale rotative ;

—grătare cu bare transversale cu mișcare de translație.

Grătare cu bare longitudinale mobile (fig. 4) sînt formate din două serii de bare *1* și *2*, care sînt fixate pe cîte o ramă *5* și *6*.

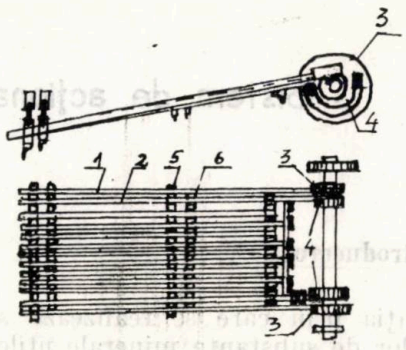


Fig. 4. Grătar cu bare longitudinale mobile :
1, 2 — bare mobile ; *3, 4* — excentrice ; *5, 6* — ramă

Ramele sînt sprijinite la unul din capete pe excentricele *3* și *4*, decalate cu 180°, ale unui arbore cotit, iar la celălalt capăt sînt suspendate cu ajutorul unor tije, a căror lungime asigură o înclinare a suprafeței de clasare cu 10—12°.

La rotirea arborelui cotit, barele au mișcări opuse și fiecare punct al barelor execută o mișcare excentrică, care face să salte granulele.

Acționarea este realizată independent, de la un grup motor reductor, care asigură între 30 și 80 rot/min.

Principalul avantaj al acestor grătare este că nu se înfundă și au o productivitate cuprinsă între 25 și 30 $t/h \cdot m^2$.

Pentru a se evita trecerea printre bare a unor bulgări de formă alungită, unele grătare sînt construite cu bare avînd și nervuri laterale sau bare perforate cu deschideri circulare.

Grătare cu bare transversale rotative (fig. 5 și 6) se întîlnesc încă destul de frecvent în instalațiile de preparare a cărbunilor și ca separatoare de steril la carierele de piatră, realizînd o clasare la dimensiuni cuprinse între 50 și 120 mm.

Un grătar cu bare transversale rotative (fig. 5) este construit din două longeroane *1*,

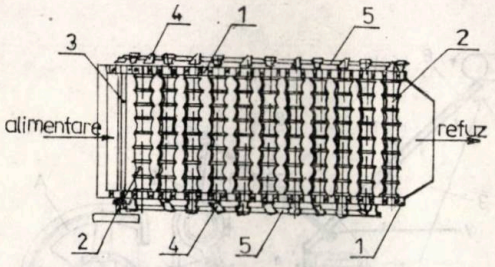


Fig. 5. Grătar cu bare transversale rotative :
1 — longeroane ; *2* — bare transversale ; *3* — ax principal ; *4* — roți dințate conice ; *5* — axă longitudinală

unde sînt așezate lagărele în care se rotesc barele transversale *2*, prevăzute cu nervuri sub formă de discuri. Ochiurile suprafeței de clasare a grătarului sînt delimitate de pozițiile a două nervuri alăturate și distanța dintre bare.

Punerea în mișcare a barelor se poate realiza prin intermediul unui sistem de roți dințate conice (fig. 5) sau prin intermediul transmisiei cu lanț (fig. 6).

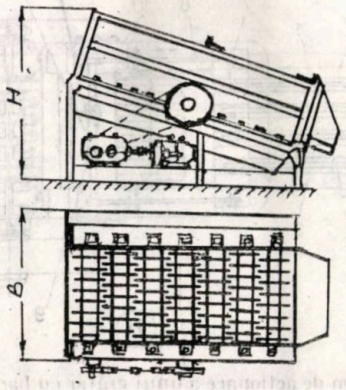


Fig. 6. Grătar cu bare transversale rotative acționate cu lanț

În cazul grătarului din figura 5, motorul acționează axul principal *3*, care transmite mișcarea prin intermediul a două roți dințate conice *4* și al axelor longitudinale *5* prevăzute, de asemenea, cu roți de angrenare conice.

Alte tipuri de grătare au construcții asemănătoare, cu deosebirea că profilul nervurilor poate fi de formă pătrată, cu vîrfurile rotunjite, triunghiulară sau eliptică. Dispunerea profilelor pe barele transversale poate fi perpendiculară pe direcția barei sau înclinată cu un unghi oarecare.

Nervurile transversale, de regulă, sînt confecționate ca piese demontabile.

Grătare cu bare transversale cu mișcare de translație (fig. 7 și 8). Acestor grătare li se mai spune și grătare cu lanțuri și constau din două rînduri de bare, fixate la capete pe două perechi de lanțuri fără sfîrșit (fig. 7). Una din perechile de lanțuri este mai lungă, făcînd la partea inferioară o săgeată mare.

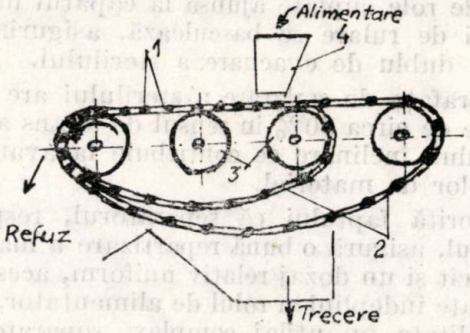


Fig. 7. Grătar cu bare transversale cu mișcare de translație.
1 — bare transversale ; *2* — lanț ; ; *3* — roată motrică ; *4* — — coș de alimentare

Barele celor două perechi de lanțuri sînt apropiate la partea superioară, lăsînd între ele spațiile sau ochiurile de clasare, iar la partea inferioară lanțurile împreună cu barele se îndepărtează și permit trecerea materialului mărunt.

Refuzul grătarului este transportat cu ajutorul barelor la capătul opus alimentării. Grătarul realizează o clasare bună, are o funcționare liniștită, însă construcția este voluminoasă și lanțurile se deteriorează relativ repede.

Grătarul sau separatorul de sterii cu role (fig. 8) este format dintr-un tren de role prinse la capete pe două lanțuri, antrenate printr-un grup motor reductor.

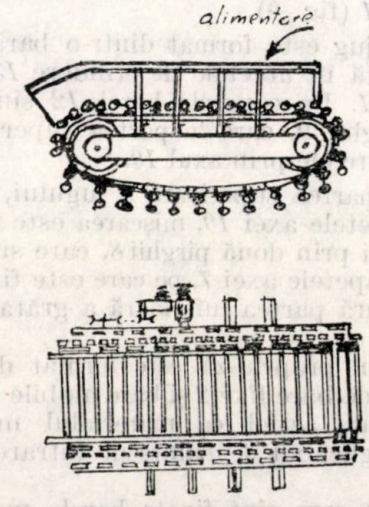


Fig. 8. Grătar sau separator de steril cu role

Rolele se sprijină pe o cale de rulare prin intermediul unor roți de tip vagonet-șină, astfel că prin deplasarea întregului ansamblu de role pe această cale de rulare se asigură rotirea fiecărei role în parte. Materialul destinat prelucrării rulează peste ansamblul de role, iar sterilul și granulația fină trec printre spațiile existente între role.

Pentru a se evita înfundarea, ansamblul de role este cuplat două cîte două, astfel că perechea de role cuplate ajunsă la capătul inferior al căii de rulare se basculează, asigurînd un spațiu dublu de evacuare a sterilului.

Suprafața de separare a sterilului are o înclinare de circa 30% în sensul de avans al materialului, înclinare ce contribuie la avansarea bucăților de material.

Datorită faptului că separatorul, respectiv grătarul, asigură o bună repartizare a materialului, cît și un dozaj relativ uniform, acest utilaj poate îndeplini și rolul de alimentator, fiind în realitate un utilaj complex, separator-alimentator.

Este de remarcat faptul că toate tipurile de grătare cu bare mobile au asigurată acționarea prin surse proprii, respectiv grupuri de acționare.

III. Sistem de acționare a unui grătar cu bare longitudinale mobile

Sistemul de acționare ce urmează a fi prezentat preia mișcarea de la falca mobilă a unui concasor cu fălci și, printr-un sistem de pîrghii, o transmite grătarului cu bare longitudinale mobile.

Acest sistem de acționare poate fi utilizat numai acolo unde utilajul de sfărîmare primară este un concasor cu fălci.

Sistemul de acționare este compus dintr-un jug montat fix pe partea superioară a fălcii mobile *11* (fig. 9).

Acest jug este format dintr-o bară *12*, care este fixată în urechile de prindere *13* ale fălcii mobile *11*. Pe capetele barei *12* sînt dispuse două pîrghii *9*, care la partea superioară sînt legate între ele prin axul *10*.

De la partea superioară a jugului, respectiv de la capetele axei *10*, mișcarea este transmisă grătarului prin două pîrghii *8*, care sînt articulate pe capetele axei *7*, pe care este fixată rigid prin sudură partea inferioară a grătarului mobil.

Grătarul propriu-zis este format dintr-o alternanță de bare fixe *2* și bare mobile *1*, așezate echidistant, astfel ca materialul mărunt să cadă în jgheabul *3*, înainte de intrarea în concasor.

Axa pe care sînt fixate barele mobile este dispusă sub barele fixe *2*.

Barele fixe *2* se sprijină, la partea superioară a grătarului, pe o traversă *4*, iar la partea inferioară pe batiul *5* al concasorului cu fălci.

În partea superioară a grătarului, atît prin barele mobile *1*, cît și prin barele fixe *2*, este trecută o axă *6*, dispusă deasupra traversei *4*, astfel ca în jurul acestei axe *6* barele mobile *1* să se poată roti.

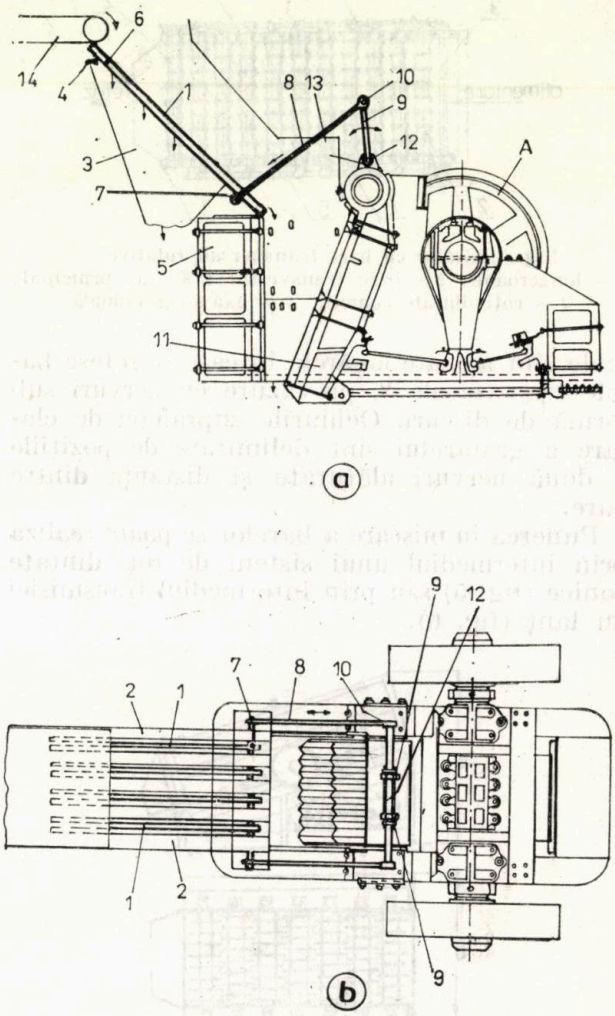


Fig. 9. Sistem de acționare a unui grătar cu bare longitudinale mobile :
a — vedere laterală ; *b* — vedere în plan ; *1* — bare mobile ; *2* — bare fixe ; *3* — jgheab ; *4* — traversă ; *5* — batiu concasor ; *6* — ax ; *7* — ax ; *8* — pîrghii ; *9* — —pîrghii ; *10* — ax ; 11 — falcă mobilă ; 12 — bară ; *13* — — urechi de prindere ; *14* — alimentator

Alimentarea grătarului cu material se face prin intermediul alimentatorului *14*.

O dată cu punerea în funcțiune a concasorului, falca mobilă *11* imprimă jugului o mișcare pendulară, care se transformă într-o mișcare alternativă în cele două pîrghii *8*, mișcare care este transmisă, prin axa *7*, părții inferioare a grătarului mobil, respectiv barelor mobile *1*, care, la rîndul lor, vor pendula în jurul axei *6*,

făcînd ca materialul mărunt adus de către alimentatorul *14* să treacă prin grătar, fără ca acesta să se înfunde, iar în concasor să intre material cu dimensiuni mai mari.

Mărimea amplitudinii mișcării barelor mobile *1* este direct proporțională cu lungimea celor două pîrghii *9* ale jugului.

Dacă în locul axei drepte *7* se montează o axă excentrică pe care să se sprijine toate barele grătarului, fără să fie fixate rigid, se poate obține o mișcare alternativă a tuturor barelor.

În situația în care cele două pîrghii *8* se cuplează cu axa *7*, prin intermediul a două manivele, axa *7* primește o mișcare de rotație și în această variantă pot fi acționate și grătarele cu bare transversale rotative.

Prin utilizarea acestui sistem de acționare, se obțin următoarele avantaje:

- se înlătură complet mecanismul clasic de acționare, cu inconvenientele ce le are;
- se economisește energie, deoarece acționarea se face direct de la falca mobilă a concasorului, fără nici un motor suplimentar;
- se elimină posibilitatea de înfundare a grătarului;
- prin trecerea materialului mărunt (util sau steril) prin grătar, în concasor intră o cantitate mai mică decît debitul de alimentare, fapt care conduce la un consum mai mic de energie sau la posibilitatea de a mări gradul de sfărîmare, prin reglarea mai strînsă a distanței de evacuare dintre cele două fălci.

Concluzii

În fluxurile tehnologice unde se utilizează concasoare cu fălci, grătarele cu bare mobile pot fi acționate direct de la falca mobilă a concasorului, fără a se mai utiliza sisteme proprii de acționare.

Prin acest sistem de acționare, se obțin o serie de avantaje, atît privind soluția constructivă, cît și de natură economică, prin reducerea consumului de energie și a cheltuielilor de întreținere și reparații.

Sistemul s-a aplicat la Exploatarea minieră Aghireș, din cadrul Combinatului minier Cluj-Napoca.

Bibliografie

[1] Dobrescu, L. *Prepararea cărbunilor*. Ed. tehnică, București, 1963.

[2] Krausz Sanda ș.a. *Prepararea substanțelor minerale utile*. Ed. didactică și pedagogică, București, 1982.

[3] Magyari A. *Utilaje de preparare a substanțelor minerale utile*. Ed. tehnică, București, 1983.

[4] Muste, I. Brevet OSIM nr. 60734/1975.

Considerații privind factorii care controlează localizarea mineralizațiilor de azbest din Munții Almăjului și prezentarea unor noi zone de perspectivă economică

I. Vișoiu, Mariana Albeanu
I.P.G.G. București

Problema acumulărilor de substanțe minerale utile din Munții Almăjului a constituit preocuparea principală a multora din cercetătorii acestei regiuni; activitatea a fost intensificată în ultimii ani prin cercetările executate de I.P.G.G., I.G.G., I. M. Orșova și I.F.L.G.S. în diferite perimetre pentru identificarea mineralizațiilor singenetice de Cr, Ni, Co, Pt, Fe și a mineralizațiilor epigenetice de sulfuri metalice, azbest și magnezit.

Lucrarea de față are drept scop prezentarea factorilor care controlează localizarea mineralizațiilor de azbest și a unor noi zone de perspectivă economică.

Considerații geologice

Formațiunile care participă la alcătuirea geologică a regiunii cercetate aparțin la două unități structurale majore: unitatea de Almaj și unitatea de Retezat-Ogradena, separate printr-o dislocație puternică, cu caracter de falie inversă, cunoscută în literatura de specialitate sub denumirea de „linia Mraconia".

Cercetările efectuate pînă în prezent în Banatul de sud au condus la desprinderea concluziei că în această regiune s-au manifestat patru cicluri tectono-magmatice distincte: prebaicalian, baicalian, hercinic și alpin.

În ciclul prebaicalian s-au format mezometamorfitele seriilor de Mraconia și Neamțu, considerate ca fiind cele mai vechi formațiuni din regiune, iar în cadrul ciclului baicalian s-au format șisturile epimetamorfice ale seriei de Corbu.

Imaginea geologică a regiunii Banatului de sud s-a completat, în urma desfășurării ciclului geotectonic hercinic, cu masivul de roci bazice și ultrabazice, precum și cu masivele granitoide Ogradena, Cherbelezu și Sfîrdinul.

Toate formațiunile amintite sînt străbătute de corpuri mici, filoane și dyke-uri de sienite,

granodiorite, aplite, tonalite și lamprofire care, în lumina cercetărilor recente, aparțin ciclului geotectonic alpin.

În cadrul rocilor ultrabazice, roci în care au fost identificate mineralizațiile de azbest, s-au putut evidenția următoarele tipuri petrografice : peridotite parțial serpentinizate, dunite parțial serpentinizate, serpentinite celulare, serpentinite lamelare și roci formate prin metasomatoza serpentinitelor (serpentinite cu azbest, serpentinite cu carbonați și talc etc.).

Factorii care controlează localizarea mineralizațiilor

Avînd în vedere particularitățile mineralizațiilor de azbest din Munții Almăjului, în urma cercetărilor de teren și laborator, s-a constatat că formațiunea productivă este reprezentată prin pachetele de ultrabazite serpentinizate din culcușul și acoperișul intruziunilor de magmatite alpine.

Dintre factorii care controlează localizarea mineralizațiilor (Bateman, 1950), avînd în vedere modul de prezentare a mineralizațiilor de azbest, considerăm că un rol important l-au avut factorul tectonic, factorul magmatic și factorul fizico-chimic.

Controlul structural. Controlul structural major este reprezentat prin linia de minimă rezistență, orientată nord-sud, cu caracter de falie inversă (linia Mraconia), care separă cele două unități principale — unitatea de Almaj și unitatea de Retezat-Ogradena. Această fractură a servit drept cale de acces atît pentru deplasarea ascensională a magmelor generatoare de intruziuni, cît și pentru circulația fluidelor mineralizante.

Controlul structural local constă din fracturi și fisuri în pachetele de roci care găzduiesc mineralizațiile, în general grupate în două sisteme : nord-sud și nord-est — sud-vest.

Controlul magmatic pune în evidență existența unei legături strînse între unele roci magmatice și anumite substanțe minerale utile. Importanța acestui factor reise din prezența mineralizațiilor de azbest în cadrul rocilor ultrabazice serpentinizate, deci în roci bogate în magneziu. Din această cauză, considerăm că factorul magmatic influențează și acțiunea factorului fizico-chinic.

Controlul fizico-chimic. Proprietățile fizice (permeabilitate, porozitate) și chimice ale rocilor-gazdă acționează în strînsă legătură cu controlul structural în localizarea mineralizațiilor, în sensul că fracturile au servit drept căi de acces pentru fluidele mineralizante, iar depunerea a avut loc în porțiunea favorabilă reacțiilor chimice.

În acest mod, se poate explica de ce mineralizațiile de azbest nu sînt indentificate în culcușul și acoperișul tuturor intruziunilor de magmatite alpine și pe toată întinderea lor. În acest caz, sîntem în prezența unui control dublu — structural și chimic — , în localizarea mineralizațiilor de azbest.

Frecvența mică a aparițiilor de magmatite alpine și a mineralizațiilor de azbest la nord de faliile transversale existente în partea nordică a vîrfului Golețul Mare, ne conduce la concluzia că este vorba tot de un control tectonic, compartimentele nordice ale acestor falii fiind mult coborîte.

Controlul dublu (structural și chimic) este foarte evident la sud de aceste falii, unde, pe de o parte, aparițiile de roci acide și intermediare sînt mai numeroase, iar, pe de altă parte, în anumite zone și conținuturile în magneziu ale rocilor ultrabazice serpentinizate sînt mai mari. Acest lucru este observat în sectoarele valea Ponicova — valea Morilor, valea Codicea Mare — valea Codicea Mică, dealul Potcoava, pîrîul Govedari — Ogașul Mare și pîrîul Teiului, unde și frecvența mineralizațiilor de azbest este mai mare.

Zone de perspectivă economică

Avîndu-se în vedere factorii care controlează localizarea mineralizațiilor de azbest, în urma cercetărilor efectuate în anul 1983, a fost posibilă conturarea unor noi zone de perspectivă economică.

Zona valea Ponicova — valea Morilor este localizată în partea sudică a vîrfului Golețul Mare, între valea Ponicova la nord și dealul Cioaca Cîrnecii la sud.

Cercetările geologice efectuate în această zonă (I. Bercia, Elvira Bercia, 1955 ; L. Scarlat ș.a. 1973—1974 ; I. Vișoiu ș.a. 1977—1978) au pus în evidență prezența în acest sector a serpentinitelor lamelare și serpentinitelor cu structură celulară afectate de trei falii transversale (Ponicova, Morilor și Mociorna).

Atît rocile ultrabazice, cît și rocile bazice sînt străbătute de filoane de magmatite alpine (granite, tonalite, lamprofire) orientate nord-vest — sud-est, cu înclinări mari spre vest.

Serpentinitele lamelare și celulare sînt intens fisurate, mai importante fiind sistemele nord-est — sud-vest, cu înclinări de circa 75° spre vest și vest-sud-vest — est-nord-est, cu înclinări de circa 60° spre sud.

Ivirile de azbest crisotilic sub formă de rețele filoniene și rețele tip „volbură" au fost identificate în următoarele puncte.

a. La circa 350 m amonte de confluența văii Morilor cu valea Lomuri, în malul drumului din versantul drept al văii Morilor, apare o zonă cu o grosime de circa 25 m, unde au fost identificate 16 filonașe de azbest crisotilic și cinci filonașe de azbest amfibolic ; filonașele cu azbest crisotilic au o grosime cuprinsă între

0,6 și 4 mm și au fost urmărite pe direcție pe o lungime de circa 6 m.

b. La circa 90 m amonte de punctul precedent, tot în versantul drept al văii Morilor, se dezvoltă o zonă cu azbest crisotilic, cu o grosime de circa 8 m, unde apar 11 filonașe de azbest crisotilic, cu o grosime cumulată de 7,2 cm.

c. În versantul stîng al văii Strămățul, la circa 18 m de confluența cu valea Morilor, au fost identificate două zone cu azbest crisotilic;

- prima zonă are o grosime de 1,5 m, iar rețeaua filoniană este dată de opt filonașe orientate nord-vest — sud-est; filonașele au o grosime cuprinsă între 1,1 și 5 mm, iar grosimea cumulată este de 26,2 mm;
- a doua zonă se găsește la circa 50 m amonte de prima zonă azbestiferă și este constituită din cinci filonașe de azbest crisotilic, cu o grosime cumulată de 12 mm, care formează o rețea cu o grosime de circa 30 cm.

Zona pîrîul Teiului este situată în versantul drept al pîrîului Teiului, între valea Mraconia la nord și culmea „la Aluni", în partea de sud.

La alcătuirea geologică a acestei zone participă, în principal, serpentinite antigoritice, cu rare separații de serpentinite cu structură celulară, toate aceste roci fiind străbătute de filoane de magmatite alpine, în special granite, cu o grosime de ordinul metrilor.

Mineralizațiile de azbest crisotilic de pe pîrîul Teiului au fost menționate încă din anul 1968 de către I. Aldea, care a efectuat lucrări de prospecțiuni geologice în perimetrul valea Plavișeviță — valea Corbului.

Ivirile de azbest crisotilic, sub formă de vinișoare cu grosimi de ordinul milimetrilor, au fost identificate în următoarele sectoare:

- în versantul drept al pîrîului Teiului, la circa 200 m amonte de confluența cu valea Mraconia a fost evidențiată o zonă cu azbest crisotilic cu o grosime de 5 cm. Filonașele care formează această zonă au grosimi submilimetrice (0,3—0,6 mm);
- la circa 250 m amonte de punctul precedent se dezvoltă o zonă cu azbest crisotilic cu o grosime de circa 6 m, unde apar nouă filonașe de azbest crisotil cu o grosime cumulată de 4,6 cm.

Zona Ogașul Mare — Ogașul Mic este situată în versantul Dunării, la sud de valea Tișoviță. În această zonă aflorează dunite parțial serpentinizate și serpentinite cu structură celulară, afectate de o falie orientată nord-est — sud-vest, accident care se continuă și la vest, în gabrourile de Iuți. De-a lungul acestor fracturi apar, sub formă de corpuri de dimensiuni reduse, diferențiatele magmatismului alpin, de tipul granitelor.

Serpentinitele celulare sînt fisurate după două direcții principale: nord sud/45° est și nord 80° vest/85° sud.

Ivirile de azbest crisotilic, sub formă de vinișoare cu grosimi de 0,8—2,5 mm, au fost identificate în următoarele puncte:

- în versantul stîng al văii Ogașul Mare, la circa 100 m amonte de confluența acestuia cu pîrîul Bărbuleasa, apare o zonă cu azbest crisotil, în apropierea liniei de fractură ce traversează serpentinitele celulare; zona are o grosime de 6 cm, cu șapte filonașe de azbest crisotil, cu o grosime cumulată de 15 mm;
- pe valea Ogașul Mic, la circa 140 m amonte de confluența cu Dunărea, în versantul stîng se dezvoltă o zonă cu azbest crisotil cu o grosime de 4 cm. Azbestul este cantonat în două fisuri, orientate est-vest, cu căderi de circa 50° spre sud.

Analiza economică a tehnologiilor de foraj

Ing. V. C. Zamfir
I.G.G. București

Modelul de analiză economică pe care îl vom prezenta are ca scop atît identificarea parametrilor-cheie (a căror îmbunătățire poate conduce la reduceri substanțiale ale costurilor), cît și determinarea cantitativă a influenței fiecăruia dintre aceste elemente asupra costului forajului.

După cum este cunoscut, la costul total al forajului concură:

—costul aferent timpului de săpare (adîncire) a găurii de sondă;
—costul pe perioada efectuării marșurilor;
—costul pe timpul aferent operațiilor speciale (carotaje, măsurători diverse etc.);
—montarea-demontarea instalației;
—echiparea sondei (coloane etc.).

În articol se încearcă estimarea sensibilității costului forajului la diverse elemente ale tehnologiei de foraj, inclusiv influența marșurilor, omițîndu-se costul echipării sondei și alte elemente nelegate de tehnologia propriu-zisă (drumuri de acces, montaj-demontaj etc.).

În scopul determinării costului forajului, se va folosi o formulă [1] stabilită în funcție de costul instalației și al sapelor, performanțele

acestor sape (durată de lucru și viteze) și coeficientul marșurilor:

$$F = \frac{C\left[t + \nu\left(H_0 + \frac{H}{2}\right)\right] + B}{Vt}, \quad (1)$$

în care:

F reprezintă costul forajului, lei/m;
C — costul de operare al instalației, lei/h;
t — durata medie de serviciu a sapelor folosite, h;
ν — coeficientul mediu al marșurilor, h/1000 m;
H_0 — adîncimea inițială a forajului, m sub nivelul solului;
H — adîncimea finală a forajului, m;
B — costul sapei, lei;
V — viteza medie de foraj pe tronsonul săpat, m/h;

Deoarece coeficientul mediu al marșurilor (dependent mai mult de eforturile fizice ale echipei) este puțin susceptibil la îmbunătățiri, s-a admis că va rămîne constant (aprox. 3,65 h/1 000 m). În acest caz, variația costului forajului, urmare micilor modificări ale celor șase parametri ai formulei, va fi:

$$dF = K_v\left(\frac{dV}{V}\right) + K_t\left(\frac{dt}{t}\right) + K_C\left(\frac{dC}{C}\right) +$$

$$+ K_{H_0}\left(\frac{dH_0}{H_0}\right) + K_H\left(\frac{dH}{H}\right) + K_B\left(\frac{dB}{B}\right), \quad (2)$$

în care: K_v, K_t, K_C, K_{H_0}, K_H, și K_B sînt coeficienți de sensibilitate ai costului.

Acești coeficienți K se determină admițînd că:

$$dF = \left(\frac{\partial F}{\partial V}\right)dV + \left(\frac{\partial F}{\partial t}\right)dt + \ldots, \quad (3)$$

și că:

$$\frac{dF}{F} = \frac{\partial F}{\partial V}\left(\frac{dV}{F}\right) + \frac{\partial F}{\partial t}\left(\frac{dt}{F}\right) + \ldots \quad (4)$$

sau regrupînd termenii:

$$\frac{dF}{F} = \frac{\partial F}{\partial V}\left(\frac{V}{F}\right)\frac{dV}{V} + \frac{\partial F}{\partial t}\left(\frac{t}{F}\right)\frac{dt}{t} + \ldots, \quad (5)$$

de unde:

$$K_v = \frac{\partial F}{\partial V}\left(\frac{V}{F}\right), \quad (6)$$

$$K_t = \frac{\partial F}{\partial t}\left(\frac{t}{F}\right). \quad (7)$$

Fiecare coeficient reprezintă propriu-zis efectul unei creșteri foarte mici a unui parametru asupra costului forajului.

Valoarea coeficienților de sensibilitate se determină astfel:

$$K_v = -1,$$

$$K_t = -\frac{1}{1 + \frac{t}{\nu\left(H_0 + \frac{H}{2}\right) + \frac{B}{C}}},$$

$$K_C = \frac{1}{1 + \frac{B}{C\left[t + \nu\left(H_0 + \frac{H}{2}\right)\right]}},$$

$$K_{H_0} = \frac{1}{1 + \frac{2C_t + C\nu H + 2B}{2\,C\nu H_0}},$$

$$K_H = \frac{1}{1 + \frac{2C(t + \nu H_0) + 2B}{C\nu H}},$$

$$K_B = \frac{1}{1 + \frac{C\left[t + \nu\left(H_0 + \frac{H}{2}\right)\right]}{B}}.$$

Întrucît parametrii H_0 (adîncimea de începere) și H (adîncimea finală a forajului) sînt elemente prestabilite în anumite condiții, mai rămîn doar patru parametri care pot influența costul forajului și anume:

— viteza de foraj, V;
— durata de serviciu a sapei, t;
— costul de operare/oră al instalației de foraj, C;
— costul (prețul) sapei, B.

După cum am văzut, K_v este constant și are valoarea absolută egală cu 1, fiind coeficientul cel mai mare. Ceilalți K sînt fracții de forma $\frac{1}{1+x}$, avînd valoarea absolută mai mică decît unitatea.

Prin urmare, îmbunătățirea vitezei de foraj va avea cea mai eficientă influență asupra costului forajului.

În tabelul 1 se ilustrează evaluarea efectului modificării valorilor parametrilor H, B, C și t asupra coeficienților K_t, K_B și respectiv K_C (păstrînd H_0 constant egal cu zero — adică forajul începe de la nivelul solului).

Din tabelul 1 rezultă că (pentru parametrii luați în considerație la analiză, respectiv adîn-

Tabelul 1

H	1 000															
B	3 000								6 000							
C	350				500				350				500			
t	15	25	45	100	15	25	45	100	15	25	45	100	15	25	45	100
K_t	−0,41	−0,29	−0,19	−0,09	−0,34	−0,24	−0,15	−0,07	−0,56	−0,43	−0,29	−0,16	−0,48	−0,36	−0,24	−0,12
K_c	0,66	0,76	0,84	0,93	0,74	0,82	0,89	0,94	0,50	0,61	0,73	0,86	0,58	0,69	0,80	0,99
K_B	0,34	0,24	0,15	0,08	0,26	0,18	0,11	0,06	0,50	0,32	0,27	0,14	0,42	0,31	0,21	0,11

H	2 000															
B	3 000								6 000							
C	350				500				350				500			
t	15	25	45	100	15	25	45	100	15	25	45	100	15	25	45	100
K_t	−0,45	−0,33	−0,21	−0,11	−0,39	−0,28	−0,18	−0,09	−0,58	−0,45	−0,32	−0,17	−0,51	−0,38	−0,26	−0,14
K_c	0,69	0,77	0,85	0,92	0,76	0,83	0,89	0,94	0,52	0,63	0,74	0,86	0,61	0,70	0,80	0,90
K_B	0,31	0,23	0,15	0,08	0,24	0,17	0,11	0,05	0,48	0,37	0,26	0,14	0,39	0,29	0,20	0,10

cime de foraj de 1 000 și 2 000 m, prețuri sape de 3 000 și 6 000 lei/buc., costuri operare pentru două tipuri de instalație de 350 și 500 lei/h și durată de serviciu sape de 15 și 25 ore efectiv și ideal de 45 și 100 ore) coeficientul K_C are valorile cele mai mari, atingînd maximum de 0,99. Rezultă deci că, după viteza de foraj, costul de operare al instalației este parametrul a cărui modificare influențează cel mai eficient asupra costului forajului.

Este interesant de menționat și faptul că reducerea costului de operare al instalației influențează și alte costuri, funcție de timp, neluate în considerație la acest gen de analiză (de exemplu pe perioada executării operațiilor electrometrice ș.a.).

Coeficienții de sensibilitate pentru durata de serviciu K_t și pentru costul sapelor K_B au valori mai mici, variind de la −0,07 la −0,58 și respectiv de la 0,05 la 0,50.

Tipul de analiză expus poate servi și la stabilirea strategiei de dezvoltare a forajului (a direcțiilor care să conducă la rentabilizarea maximă). În acest sens, este de reținut faptul că, spre exemplu, coeficienții K_t, K_C și K_B (pentru un set de valori ale parametrilor H, B și C) variază foarte puțin cînd durata de serviciu a sapelor depășește un număr de 125 ore. Această comportare este redată în graficul din figura 1, pentru valorile $H = 4000$ m; $B = 3\,500$ lei și $C = 750$ lei/h.

Este cunoscut faptul că parametrii ecuației costului de foraj sînt interdependenți. De exemplu, durata de serviciu a sapei t poate fi prelungită, folosind un regim de foraj mai lejer (apăsare și turație mai mică), aceasta conducînd însă la micșorarea vitezei de săpare V. Un alt exemplu, aplicabil în cazul sondelor cu adîncimi mici, este folosirea unor instalații mai ușoare, cu cost de operare C mai mic, cu care desigur se obțin niște viteze de săpare mai mici

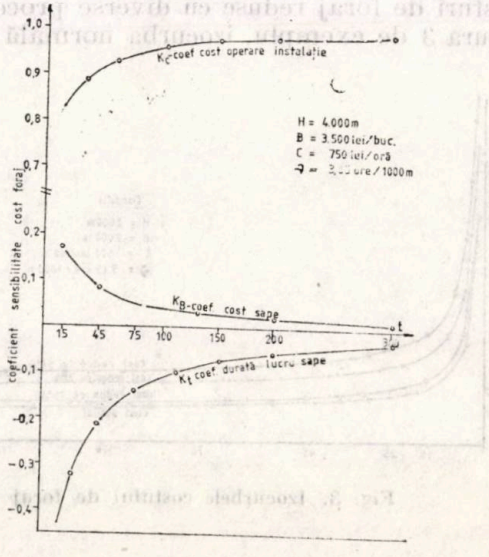


Fig. 1. Dependența dintre coeficienții de sensibilitate ai costului forajului și durata de lucru a sapei

decît cele normale, dar care se pot dovedi mai rentabile din punct de vedere economic. La baza analizelor pentru determinarea economicității aplicării unor măsuri va sta formula (1) a costului variabil al forajului. Formula (1)

poate fi rearanjată spre a stabili relaţii între diverşi parametri, de exemplu astfel:

$$V = \frac{C\left[t + \nu\left(H_0 + \frac{H}{2}\right)\right] + B}{F \cdot t}. \qquad (8)$$

Dînd valori lui C, ν, H_0 şi B, ecuaţia (8) va servi la determinarea perechilor de valori ale lui V şi t pentru un anumit cost prestabilit al forajului F. Reprezentînd grafic aceste perechi de valori V şi t, vom obţine o curbă ca cea reprezentată în figura 2, a aşa-zisului izocost.

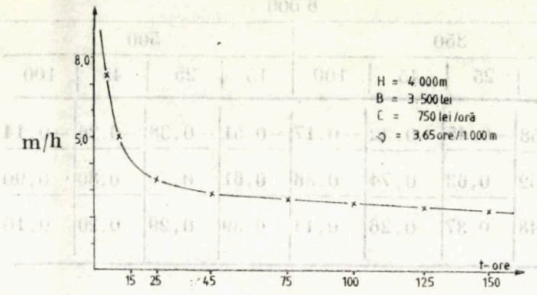


Fig. 2. Curba izocostului de foraj

Pentru analizele ce se efectuează în scopul rentabilizării forajului, se trasează izocurba normală F, în condiţiile H, B şi C date, care se compară cu izocurbele corespunzătoare unor costuri de foraj reduse cu diverse procente. În figura 3 de exemplu, izocurba normală trasată

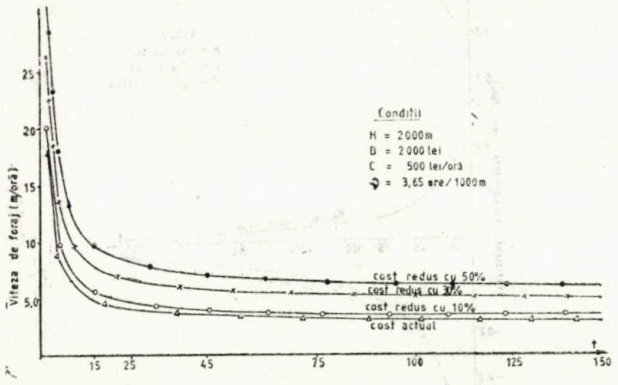


Fig. 3. Izocurbele costului de foraj

în condiţiile $H = 2000$ m, $B = 3500$ lei şi $C = 500$ lei/h pentru parametrii actuali ai forajului ($V = 5$ m/h şi $t = 15$ h/sapă) se compară cu izocurbele unor costuri de foraj reduse cu 10; 30 şi respectiv 50%.

Analizînd graficele din figura 3, rezultă următoarele:

a) creşterea la dublu a duratei de lucru a sapelor, în condiţiile nemodificării vitezelor actuale de foraj, ar reduce costul variabil al forajului doar cu 23%;

b) dublarea vitezei de foraj faţă de realizările actuale, în condiţiile menţinerii la acelaşi nivel a duratei de serviciu (anduranţei) a sapelor, ar conduce la reducerea cu 50% a costului variabil al forajului;

c) creşterea la dublu atît a vitezei de foraj, cît şi a anduranţei sapelor (lucru realizabil din punctul nostru de vedere) ar conduce la o scădere cu circa 65% a costului variabil al forajului sondelor;

d) pentru a obţine o reducere de circa 30% a costului variabil al forajului (respetiv circa 9,6% din costul efectiv al săpării şi echipării unei sonde în condiţiile analizate), la nivelul actual al vitezelor de foraj, este necesară o creştere a duratei de serviciu a sapelor de peste 13 ori, ceea ce implică o îmbunătăţire substanţială a calităţii sapelor. Aceeaşi reducere a costului ar putea fi realizată printr-o creştere de numai 54% a vitezelor de foraj.

Din cele de mai sus, reiese că folosirea curbelor izocosturilor, pentru anumite condiţii date, poate servi la alegerea căilor de reducere a costului săpării sondelor.

Este demnă de menţionat şi o altă posibilă combinaţie de parametri ai formulei de determinare a costului forajului şi anume cea a vitezei de foraj şi a costului de operare a instalaţiei.

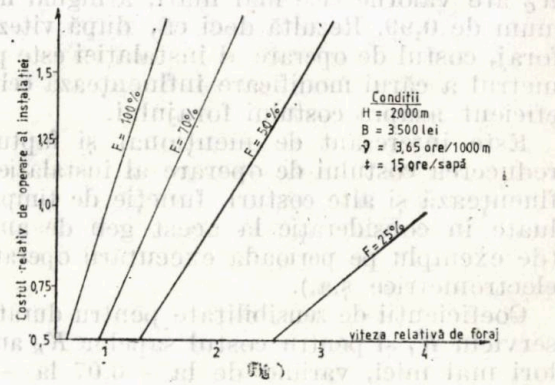


Fig. 4. Cubele izocosturilor de foraj

În figura 4 ilustrăm, în condiţiile $H = 2\,000$ m, $B = 3\,500$ lei, $\nu = 3{,}65$ h/1 000 m şi $t = 15$ h/sapă, curbele izocosturilor forajului (normal şi cu diverse procente de reducere) pentru diverse valori relative (avînd ca unitate de bază valorile actuale $V_0 = 5$ m/h şi $C_0 = 500$ lei/h) ale vitezei de foraj şi costului de operare al instalaţiei.

Din figura 4 rezultă că:

● pentru condiţiile date, folosirea unei instalaţii, al cărei cost de operare este mai redus cu 25% (deci o instalaţie mai mică), poate fi mai rentabilă chiar şi în condiţiile cînd vitezele

de foraj scad cu pînă la 20% față de cele actuale;

● pentru a obține o reducere a costului variabil al forajului cu 50%, menținînd costul de operare al instalației la nivelul actual (500 lei/h), este necesar ca viteza medie de foraj să crească de două ori. Aceeași reducere de 50% s-ar putea obține prin folosirea unei instalații cu cost de operare cu 50% mai redus, concomitent cu creșterea vitezei de foraj cu numai circa 25%;

● dacă crește costul de operare al instalației (folosind una de capacitate mărită) cu 50%, o creștere a vitezelor mai mică de 1,36 ori nu asigură rentabilitatea măsurii adoptate, iar pentru a obține o reducere de 50% a costului variabil al forajului, este necesară o creștere a vitezelor de cel puțin 2,7 ori. Rezultă că la alegerea instalațiilor trebuie acordată o atenție deosebită, folosirea unor instalații supradimensionate nefiind totdeauna justificată, mai ales că acest parametru (costul de operare) influențează și alte elemente ale costului (pe timpul operațiilor speciale, tubaj etc.).

★

Modelul de analiză supus atenției specialiștilor se limitează la acea parte din costul construcției unei sonde, care depinde de tehnologia de săpare a acesteia. Ponderea acestui cost variabil diferă de la sondă la sondă (sau grupuri de sonde), fiind determinată atît de condițiile geologice (prin forabilitatea rocilor și programul de tubaj-cimentare corespunzător), cît și de posibilitățile tehnice existente la un moment dat.

Este evident însă că acest cost variabil al forajului este cel mai susceptibil de a fi influențat de către proiectantul și tehnologul de foraj.

Folosind cu pricepere acest instrument, factorii de decizie pot contribui la reducerea costului investițiilor pentru construirea de sonde.

Bibliografie

[1] Newsom, M. *Down-hole replaceable drilling bit.* SANDIA Lab., New Mexico, 1976.

[2] Friedman, E. J., El-Sawy, A. *Prospects for improvement in geothermal well technology and their expected benefits,* MITRE Corp., U.S.A., dec. 1977.

[3] Dodd, H. M. *An economic analysis of down-hole replaceable drill bit system.* SANDIA Lab., New Mexico, 1976.

[4] Jacksoon, R. A. *Cost per foot, key to economic selection of rock bits,* SECURITY, 1978.

[5] Cromling, J. H. *Geothermal drilling procedures and costs.* J. Pet. Tech. 25/1973.

Calculul complet pentru cimentarea unei coloane cu diametrul de 3 950 mm, folosite în scopuri miniere (I)

Conf. dr. ing. **G. Iordache**
Institutul de petrol și gaze Ploiești

I. Date constructive pentru coloana de burlane

Din motive tehnice obiective, coloana cu diametrul de 3 950 mm se va tuba pe o lungime $l = 379{,}6$ m într-o gaură de sondă cu diametrul $D_s = 4\,978$ mm, dar a cărei adîncime $H = 388$ m; profilul coloanei s-a calculat la presiune exterioară în presupunerea cea mai severă și anume că, după cimentarea și golirea interiorului coloanei, aceasta rămîne presurizată la exterior pe toată lungimea și că piatra de ciment, neetanșă cu exteriorul coloanei, permite transmiterea integrală a presiunii coloanei hidrostatice. Profilul final al coloanei rezultă din tabelul 1 și figura 1. În tabelul menționat s-a calculat greutatea totală a coloanei, în aer, cu și fără accesorii: la valoarea finală a forței date de greutatea burlanelor

$$\sum_{i=1}^{6} F_i = 1\,513{,}54 \cdot 10^3 \text{ daN (kgf)},$$

trebuie să se adauge greutățile cintrelor, sudurilor, țevilor de cimentare și ale celorlalte anexe specifice lucrărilor miniere.

1. Conform figurii 2, forța provenită din greutatea unei cintre,

$$F_{c_i} = 2 q_c l_{c_i}, \qquad (1)$$

în care

q_c reprezintă greutatea unitară a materialului cintrelor (U—20 cu $q_c = 25{,}3$ daN/m);

l_{c_i} — lungimea cintrei:

$$l_{c_i} \simeq \pi D_i . \qquad (2)$$

În aceste condiții:

$$l_{c_1} = l_{c_2} = \pi D_1 = 3{,}14 \cdot 4{,}05 = 12{,}72 \text{ m};$$

$$F_{c_1} = F_{c_2} = 2 \cdot 12{,}72 \cdot 25{,}3 = 644 \text{ daN};$$

$$l_{c_3} = \pi D_3 = 3{,}14 \cdot 4{,}04 = 12{,}69 \text{ m};$$

$$F_{c_3} = 2 \cdot 12{,}69 \cdot 25{,}3 = 642 \text{ daN};$$

$$l_{c_4} = \pi D_4 = 3{,}14 \cdot 4{,}030 = 12{,}66 \text{ m};$$

$$F_{c_4} = 2 \cdot 12{,}66 \cdot 25{,}3 = 640 \text{ daN};$$

$l_{c_5} = \pi D_5 = 3{,}14 \cdot 4{,}026 = 12{,}64$ m;

$F_{c_5} = 2 \cdot 12{,}64 \cdot 25{,}3 = 639$ daN;

$l_{c_6} = \pi D_6 = 3{,}14 \cdot 4{,}010 = 12{,}59$ m;

$F_{c_6} = 2 \cdot 12{,}59 \cdot 25{,}3 = 637$ daN.

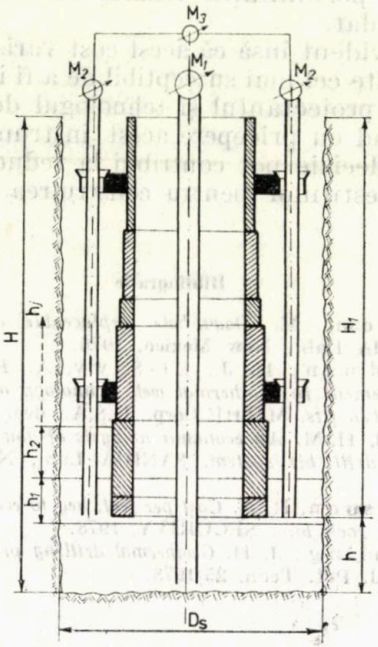


Fig. 1. Schema generală pentru cimentarea coloanei

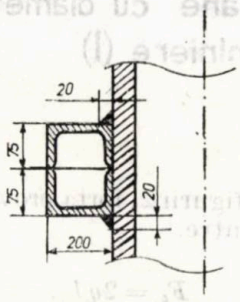


Fig. 2. Detalii dimensionale pentru cintre

Cum distanța h_c dintre două cintre consecutive, rezultată și din cursa cilindrilor hidraulici verticali, este de 2 m, numărul de cintre corespunzătoare fiecărei grosimi de perete,

$$n_{c_i} = \frac{l_i}{h_c}, \qquad (3)$$

respectiv

$$n_{c_1} = \frac{10{,}0}{2} = 5, \qquad n_{c_4} = \frac{25{,}20}{2} = 13,$$

$$n_{c_2} = \frac{75{,}6}{2} = 38, \qquad n_{c_5} = \frac{75{,}6}{2} = 38,$$

$$n_{c_3} = \frac{84{,}0}{2} = 42, \qquad n_{c_6} = \frac{109{,}2}{2} = 55,$$

Tabelul 1

Principalele caracteristici ale coloanei de burlane cu diametrul interior $d = 3950$ mm și $H = 379{,}6$ m

Nr. crt.	Grosimea de perete, s, mm	Adîncimea de tubare, m: de la	Adîncimea de tubare, m: pînă la	Lungimea tronsonului, l_i, m	Diametrul exterior al burlanului, D, mm	Aria secțiunii transversale, A_i, cm²	Greutatea unui metru liniar de burlan q_i, daN/m	Forța provenită din greutatea tronsonului (fără accesorii), F_i, daN	Forța cumulativă provenită din greutatea tronsonului, $\sum_{i=1}^{6} F_i$, daN	Forța provenită din greutatea tronsonului (cu accesorii), FT_i, tf	Forța cumulativă provenită din greutatea tronsoanelor $\sum_{i=1}^{6} F_{T_i}$, tf
6	30	109,2	0,0	109,2	4 010	3 749	2 943,0	321,38·10³	1 513,54·10³	516,30	2220,15
5	38	184,8	109,2	75,60	4 026	4 759	3 735,9	282, 3·10³	1 192,16·10³	409,50	1703,85
4	40	210,0	184,8	25,20	4 030	5 012	3 934,4	99,15·10³	909,73,10³	144,60	1294,35
3	45	294,0	210,0	84,00	4 040	5 645	4 431,3	372,22·10³	810,58·10³	534,00	1149,75
2	50	369,6	294,0	75,60	4 050	6 280	4 930,0	372,71·10³	438,36·10³	550,10	615,75
1	50	379,6	369,6	10,00	4 050	6 280	—	65,65·10³	65,65·10³	65,65	65,65

— Diametrul exterior al burlanelor, $D = d + 2s$;

— Aria secțiunii transversale, $A_i = \pi(D^2 - d^2) : 4$;

— Greutatea unui metru de burlan $\ldots q_i = 1\,\gamma_0\,A_i$;

— Forța provenită din greutatea tronsonului, $F_i = l_i q_i$;

— Forța totală provenită din greutatea burlanelor și a șiului, $\sum_{i=1}^{6} F_i = F_1 + \ldots + F_6$;

— γ_0 reprezintă greutatea specifică a oțelului;

— se acceptă accelerația gravitațională $g \cong 10$ m/s²,respectiv 1 kgf = 10 N = 1 daN;

— valorile din coloanele 10 și 11 ale tabelului au fost preluate ca atare.

și deci greutatea cintrelor corespunzătoare celor șase tronsoane,

$$F_{c_t} = F_{c_i} n_{c_i}, \qquad (4)$$

adică,

$$F_{c_{t_1}} = 644 \cdot 5 = 3220 \text{ daN},$$

$$F_{c_{t_4}} = 640 \cdot 13 = 8320 \text{ daN},$$

$$F_{c_{t_2}} = 644 \cdot 38 = 24472 \text{ daN},$$

$$F_{c_{t_5}} = 639 \cdot 38 = 24282 \text{ daN},$$

$$F_{c_{t_3}} = 642 \cdot 42 = 26964 \text{ daN},$$

$$F_{c_{t_6}} = 637 \cdot 55 = 35035 \text{ daN},$$

iar aportul de sarcină axială provenit din cintre,

$$\sum_{i=1}^{6} F_{c_i} = 122293 \text{ daN (kgf)}.$$

2. Forța provenită din greutatea sudurilor fierului U-20 pe exteriorul coloanei,

$$F_{s_i} = n_{c_i} A_{s_i} l_{c_i} \gamma_s, \qquad (5)$$

în care :

A_{s_i} reprezintă aria transversală a sudurii (se acceptă pentru A_{s_i} valoarea 20×20 mm, provenită din suprapunerea celor două suduri cu formă triunghiulară) ;

γ_s — greutatea specifică a materialului folosit pentru sudură ($\gamma_s \simeq 7{,}85$ daN/dm^3).

Pentru cele șase tronsoane :

$F_{s_1} = 5 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 12{,}72 \cdot 10^2 \cdot 7{,}85 \cdot 10^{-3} \simeq 200$ daN(kgf) ;

$F_{s_2} = 38 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 12{,}72 \cdot 10^2 \cdot 7{,}85 \cdot 10^{-3} \simeq 1518$ daN ;

$F_{s_3} = 42 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 12{,}69 \cdot 10^2 \cdot 7{,}85 \cdot 10^{-3} \simeq 1675$ daN ;

$F_{s_4} = 13 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 12{,}66 \cdot 10^2 \cdot 7{,}85 \cdot 10^{-3} \simeq 517$ daN ;

$F_{s_5} = 38 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 12{,}64 \cdot 10^2 \cdot 7{,}85 \cdot 10^{-3} \simeq 1508$ daN ;

$F_{s_6} = 55 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 12{,}59 \cdot 10^2 \cdot 7{,}84 \cdot 10^{-3} \simeq 2174$ daN,

iar aportul total adus de sudură

$$\sum_{i=1}^{6} F_{s_i} = 7592 \text{ daN(kgf)}.$$

3. Conform programului stabilit, cimentarea spațiului inelar se va face prin șase șiruri de țevi de tipul BQ, ale căror caracteristici principale sînt următoarele :

diametrul exterior, ... $D_t = 55{,}6$ mm ;
diametrul interior, ... $d_t = 46{,}0$ mm ;
greutatea unitară, ... $q_t = 5{,}96$ daN/m.

Aceste prăjini au filet din corp și sînt lipsite de variații dimensionale transversale ; ele se introduc prin exteriorul cintrelor, prin locașuri sub formă de pîlnie, pînă la partea inferioară a coloanei.

Dacă se neglijează masele suporților pentru țevile de cimentare, forța provenită numai din greutatea țevilor de cimentare exterioare

$$F_t = n_t l q_t \qquad (6)$$

și deci

$$F_t = 6 \cdot 379{,}6 \cdot 5{,}96 = 13575 \text{ daN}.$$

Forța totală provenită din greutatea burlanelor, cintrelor, sudurilor și țevilor de cimentare,

$$F = \sum_{i=1}^{6} F_i + \sum_{i=1}^{6} F_{c_i} + \sum_{i=1}^{6} F_{s_i} + F_t =$$

$$= 1513{,}4 \cdot 10^3 + 129{,}283 \cdot 10^3 + 7{,}592 \cdot 10^3 =$$

$$= 13{,}575 \cdot 10^3 = 1663{,}86 \cdot 10^3 \text{ daN} \simeq 1664 \text{ tf}.$$

4. Datorită amenajărilor interioare, obligatorii pentru folosirea de către beneficiari, forțele menționate se majorează la valorile F_{T_i}, iar

$$\sum_{i=1}^{6} F_{T_i} = 2220{,}15 \simeq 2220{,}15 \text{ tf} \simeq$$

$$\simeq 2220{,}15 \cdot 10^3 \text{ daN}.$$

(v. tab. 1 și fig. 7).

Fluidul din sondă are următoarele caracteristici :

— greutatea specifică : $\gamma_n = 1{,}28$ daN/dm^3 ;
— viscozitatea plastică : $\eta_p = 12$ cP ;
— tensiunea statică de forfecare : $\theta = 18 \cdot 10^{-6}$ daN/cm^2 ;
— tensiunea dinamică de forfecare $\tau_0 = 25 \cdot 10^{-6}$ daN/cm^2.

Factorul de flotabilitate :

$$f_f = \frac{\gamma_0 - \gamma_n}{\gamma_0} = \frac{7{,}85 - 1{,}28}{7{,}85} = 0{,}8369,$$

astfel încît trebuie întrevăzută o scădere a forței totale $\sum_{i=1}^{6} F_{T_i}$ la valoarea

$$\sum_{i=1}^{6} F_{T_i} = \sum_{i=1}^{6} F_{T_i} \cdot f_f = 2220{,}15 \cdot 0{,}8369 = 1857{,}92 =$$

$$\simeq 1858 \text{ tf}.$$

II. Cimentarea șiului prin țevi interioare

Pentru cimentarea șiului se va folosi un volum de pastă de ciment, astfel încît aceasta să se ridice în interiorul și exteriorul coloanei pe o înălțime care să asigure încastrarea șiului în piatra de ciment, Datorită zonei de sub șiu care va rămîne liberă, trebuie avută în vedere, eventual, varianta umplerii cu pastă de ciment a găurii de sondă pe o înățime determinată practic de posibilitatea introducerii unor țevi de 5...10 in prin interiorul coloanei, cît mai aproape de talpă. Dacă se acceptă că pentru cimentarea propriu-zisă se vor folosi trei agregate de cimentare cu un debit total de 1 800 dm³/min și un ciment cu priză normală, la care timpul de început de priză $t_p = 120$ min (pentru o pastă cu greutatea specifică $\gamma_p = 1{,}9$ daN/dm³) atunci debitul

$$Q_a = \frac{V_1}{t_{ap}}, \text{ respectiv} \qquad V_1 = Q_a t_{ap}, \tag{7}$$

în care volumul pastei de ciment necesar umplerii găurii de sondă de sub șiul coloanei

$$V_1 = \frac{\pi}{4} D_s^2 h = Q_a t_{ap},$$

de unde

$$h = \frac{4 Q_a t_{ap}}{\pi D_s^2}; \tag{8}$$

timpul admisibil de început de priză

$$t_{ap} = t_p : C_s, \tag{9}$$

iar coeficientul de siguranță $C_s = 2$.

Pentru situația concretă propusă, $D_s = 4{,}978$ m, $Q_a = 1{,}8$ m³/min, $t_{ap} = 120 : 2 = 60$ min

$$h = \frac{4 \cdot 1{,}8 \cdot 60}{3{,}14 \cdot 4{,}978^2} = 5{,}55 \text{ m}.$$

Cum distanța de la talpa sondei la șiul coloanei va fi dată de diferența 388,0 − 379,6 = = 8,4 m, rezultă că soluția umplerii acestui interval într-o singură tranșă este micșorarea coeficientului de siguranță (nu se iau în considerare volumele ocupate de elementele existente pe înălțimea h). În aceste condiții, din relația

$$h = \frac{4 Q_a t_p}{\pi D_s^2 C_s}, \tag{10}$$

se obține

$$C_s = \frac{3 Q_a t_p}{\pi D_s^2 h} = \frac{4 \cdot 1{,}8 \cdot 120}{3{,}14 \cdot 4{,}978^2 \cdot 8{,}4} = 1{,}32,$$

valoare care poate fi acceptată, dacă se ține seama și de faptul că în pomparea cimentului prin țevile interioare nu pot interveni dificultăți. Dacă șiul țevilor interioare se va opri sus (și acest fapt este de așteptat), atunci valoarea h se calculează ca diferență dintre șiul țevilor interioare și partea cea mai de jos a șiului coloanei, deoarece este greu de presupus că pasta de ciment va produce dezlocuirea prin lubricare a noroiului necirculat pe o înălțime prea mare. Este cert că pentru orice valoare $h < 5{,}55$ m coeficientul de siguranță va fi mai mare decît 2. Apreciez că pentru prima tranșă de cimentare, în aceste condiții, este de dorit să nu fie folosite țevile exterioare. Aceasta presupune însă legarea celor trei agregate active la un colector comun cu un racord la intrarea în țevile de 5...10 in (sau a unui grup de pompare separat adus numai pentru vehicularea noroiului din sondă).

În această primă variantă, dacă țevile interioare au diametrul exterior $D_e = 127$ mm și cel interior $d_i = 110$ mm, viteza fluidului prin interiorul acestora

$$v_i = \frac{Q_a}{A},$$

în care aria secțiunii transversale interioare

$$A_i = \frac{\pi}{4} d_i^2 = \frac{3{,}14}{4} 11^2 = 94{,}985 \text{ cm}^2.$$

Cu debitul

$$Q_a = 1\,800 \frac{\text{dm}^3}{\text{min}} = 30 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}} = 30 \cdot 10^3 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}},$$

rezultă

$$v_i = \frac{30 \cdot 10^3}{94{,}985} = 3{,}158 \cdot 10^2 \frac{\text{cm}}{\text{s}}.$$

Pentru o siguranță sporită în timpul pompării pastei de ciment, trebuie urmărită variația $p(presiune) - V(volum)$ la un manometru M_1 montat pe colectorul comun [1]. La începutul pompării pastei de ciment (fig. 3) presiunea de refulare care se poate citi la M_1 este

$$p_1 = p_{\theta_1} + p_{c_1}, \tag{11}$$

în care

p_{θ_1} reprezintă presiunea necesară învingerii rezistenței de gel a fluidului din sondă;

p_{c_1} — căderea de presiune în sistemul de circulație după ruperea gelului.

Se observă cu uşurinţă că

$$p_{\theta_1} = \frac{4h\theta}{D_s - D_e} + \frac{4(H-h)\theta}{D_s - D_m} + \frac{4(H-h)\theta}{D_i - D_e} + \frac{4H\theta}{d_i}, \quad (12)$$

în care

$$D_m = \frac{D_1 l_1 + D_2 l_2 + \ldots + D_6 l_6}{l_1 + \ldots + l_6} =$$

$$= \frac{4{,}05 \cdot 10 + 4{,}05 \cdot 75{,}60 + 4{,}04 \cdot 84 + 4{,}03 \cdot 25{,}20 + 4{,}026 \cdot 75{,}60 + 4{,}01 \cdot 109{,}2}{10 + 75{,}60 + 84{,}0 + 25{,}20 + 75{,}60 + 109{,}2} \simeq 4.02 \text{ m}$$

şi deci

$$p_{\theta_1} = \frac{4 \cdot 8{,}4 \cdot 10^2 \cdot 18 \cdot 10^{-6}}{(4{,}978 - 0{,}127)10^2} + \frac{4(388 - 8{,}4) \cdot 10^2 \cdot 18 \cdot 10^{-6}}{(4{,}978 - 4{,}02) \cdot 10^2} + \frac{4(388 - 8{,}4) \cdot 10^2 \cdot 18 \cdot 10^{-6}}{(3{,}95 - 0{,}127)10^2} + \frac{4 \cdot 388 \cdot 10^2 \cdot 18 \cdot 10^{-6}}{11} =$$

$$= 124{,}6 \cdot 10^{-6} + 28\,559 \cdot 10^{-6} + 7\,156 \cdot 10^{-6} + 2\,539{,}6 \cdot 10^{-4} = 0{,}289 \text{ daN/cm}^2$$

valoare previzibilă ca nesemnificativă, datorită dimensiunilor transversale mari ale spaţiilor luate în considerare.

Componenta p_{c_1} se determină numai pentru interiorul burlanelor de 5 in :

$$p_{c_1} = \lambda \frac{\gamma_n V_i^2 H}{2gd}, \quad (12)$$

în care :

λ reprezintă coeficientul rezistenţelor hidraulice (se poate accepta $\lambda = 0{,}02$);

g — acceleraţia gravitaţională ($g \simeq 10$ m/s^2);

$$p_{c_1} = 0{,}02 \frac{1{,}28 \cdot 3{,}158^2 \cdot 10^4 \cdot 388 \cdot 10^2}{2 \cdot 10 \cdot 10^2 \cdot 11} =$$

$$= 4{,}5027 \text{ daN/cm}^2.$$

Datorită valorii mici a presiunii p_{θ_1}, după ruperea rezistenţei de gel a noroiului din sondă manometrul M_1 va indica presiunea din punctul 2 (fig. 3), dar

$$p_2 = p_1 = p_{c_1} = 4{,}5027 \text{ daN/cm}^2;$$

în măsura umplerii cu pastă de ciment a burlanelor de 5 in, va apărea o presiune diferenţială, a cărei valoare maximă

$$p_{dif} = (\gamma_p - \gamma_n) H,$$

$$p_{dif} = (1{,}9 - 1{,}28) \cdot 10^{-3} \cdot 388 \cdot 10^2 =$$

$$= 24{,}056 \text{ daN/cm}^2,$$

iar căderea de presiune din interiorul ţevilor de 5 in, trebuie calculată acum pentru pasta de ciment : se poate aprecia că în punctul 3 (fig. 3),

$$p_{c_3} \simeq \lambda \frac{\gamma_p V_i^2 H}{2gd} \simeq p_{c_3} \frac{\gamma_p}{\gamma_n} \quad (13)$$

$$p_{c_3} = 4{,}5027 \cdot \frac{1{,}90}{1{,}28} = 7{,}42 \text{ daN/cm}^2$$

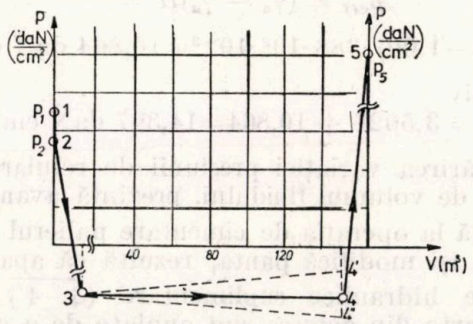


Fig. 3. Diagrama $p - V$ pentru cimentarea şiului prin ţevile interioare

astfel că presiunea de refulare la M_1 va fi

$$p_3 = p_{c_3} - p_{dif} = 7{,}42 - 24{,}056 =$$

$$= -16{,}636 \text{ daN/cm}^2,$$

ceea ce înseamnă că pasta de ciment va trebui doar refulată pînă la partea superioară a ţevilor interioare. Volumul de pastă de ciment pompat la acest moment corespunde cu volumul ţevilor interioare; pentru a avea certitudinea ruperii rezistenţei de gel a fluidului din sondă în toată masa acestuia, trebuie făcută în prealabil o circulaţie intensă (eventual şi prin ţevile exterioare legate la agregatele de cimentare); operaţia este vitală pentru obţinerea dezlocuirii cît mai complete a fluidului de către pasta de ciment.

Conform figurilor 1 și 3,

$$V_3 = \frac{\pi}{4} d_i^2 H = \frac{3{,}14}{4} \cdot 11^2 \cdot 388 \cdot 10^2 =$$

$$= 3\,685\,418 \text{ cm}^3 = 3{,}685 \text{ m}^3.$$

Din punctul 3 presiunea se va menține practic constantă pînă în 4, respectiv pînă la pomparea volumului total corespunzător umplerii găurii de sondă, adică

$$V_5 = \frac{\pi}{4} D_s^2 h = \frac{3{,}14}{4} \cdot 4{,}978^2 \cdot 8{,}4 = 163{,}40 \text{ m}^3,$$

din care ultimii 3,685 m³ vor fi refulați, de preferat, cu apă sau noroi, iar presiunea

$$p_5 = p_{c_5} + p_{dif},$$

în care acum

$$p_{c_5} = \lambda \frac{\gamma_a v_i^2 H}{2gd} = p_{c_3} \frac{\gamma_a}{\gamma_n} =$$

$$= 4{,}5027 \frac{1{,}0}{1{,}28} \text{ daN/cm}^2; \qquad (14)$$

presiunea diferențială se calculează pentru fluidul de refulare și deci

$$p_{dif} = (\gamma_n - \gamma_a) H =$$

$$= (1{,}28 - 1{,}00) \cdot 388 \cdot 10^2 \cdot 10^{-3} = 10{,}864 \text{ daN/cm}^2;$$

respectiv

$$p_5 = 3{,}5027 + 10{,}864 = 14{,}367 \text{ daN/cm}^2.$$

Urmărirea variației presiunii de refulare, în funcție de volumul fluidului, prezintă avantajul că, dacă la operația de cimentare palierul $\overline{3-4}$ (fig. 3) își modifică panta, rezultă că apar rezistențe hidraulice suplimentare ($\overline{3-4'}$) sau că o parte din acestea sînt anulate de o eventuală mărire a secțiunii de trecere a țevilor interioare, datorată spargerii acestora ($\overline{3-4''}$).

III. Cimentarea șiului prin țevi exterioare

În a doua variantă de cimentare a șiului coloanei, se propune pomparea pastei de ciment corespunzătoare primei tranșe prin interiorul celor șase țevi de cimentare cu presupunerea umplerii, la echilibru, a spațiului inelar și a interiorului coloanei pe înălțimea h_1 (fig. 1) care se determină însă din aceleași condiții de pompabilitate a pastei de ciment;

$$V_1' = Q_a t_{ap},$$

$$V_1' = \frac{\pi}{4}(D_s^2 - D_m^2) h_1 + \frac{\pi}{4} D^2 h_1 =$$

$$= \frac{\pi}{4} h_1 (D_s^2 - D_m^2 + D^2) = Q_a t_{ap}, \qquad (15)$$

de unde rezultă

$$h_1 = \frac{4 Q_a t_{ap}}{\pi(D_s^2 - D_m^2 + D^2)} =$$

$$= \frac{4 \cdot 1{,}8 \cdot 60}{3{,}14(4{,}978^2 - 4{,}02^2 + 3{,}95^2)} = 5{,}68 \text{ m}.$$

Pentru tranșa a doua, pasta de ciment se repartizează numai în spațiul inelar și deci dacă se neglijează volumele cintrelor ș.a.,

$$V_2 = \frac{\pi}{4}(D_s^2 - D_m^2) h_2 = Q_a t_{ap},$$

de unde rezultă

$$h_2 = \frac{4 Q_a t_{ap}}{\pi(D_s^2 - D_m^2)} = h^3 = \ldots h_j, \qquad (16)$$

iar numărul tranșelor de cimentare pentru spațiul inelar

$$n_{tc} = \frac{H_1 - h_1}{h_j}. \qquad (17)$$

Pentru cazul luat în discuție,

$$h_2 = \frac{4 \cdot 1{,}8 \cdot 60}{3{,}14(4{,}978^2 - 4{,}02^2)} = 15{,}96 \text{ m} \simeq 16 = h_j,$$

$$n_{tc} = \frac{379{,}6 - 5{,}68}{16} = 23{,}37 \simeq 24 \text{ tranșe}.$$

Pentru construirea graficului *presiune* (p) — *volum* (V) se procedează similar, cu observația că acum pasta de ciment se pompează prin țevile exterioare: dacă se face legătura unui agregat de cimentare la două șiuri de țevi, atunci debitul unui agregat

$$Q_{a_1} = 600 \frac{\text{dm}^3}{\text{min}} = 10 \text{ dm}^3/\text{s}$$

se distribuie în mod egal prin cele două țevi de cimentare; viteza fluidului prin țevi

$$v_1 = \frac{Q_{a_1}}{2} \frac{1}{A_{l_t}},$$

în care A_{l_t} reprezintă aria secțiunii transversale a interiorului unei țevi cu diametrul $d_t =$ = 46 mm;

$$A_{l_t} = \frac{\pi}{4} d_t^2 = \frac{3{,}14}{4} \cdot 4{,}6^2 = 16{,}61 \text{ cm}^2,$$

$$v_1 = \frac{10 \cdot 10^3}{2} \frac{1}{16{,}61} = 3{,}01 \cdot 10^2 \text{ cm/s}.$$

În punctul 1 (fig. 4), respectiv la manometrele M_2 montate pe țevile exterioare (fig. 1), presiunea de refulare la începerea pompării pastei de ciment,

$$p_{1,1} = p_{\theta 1,1} + p_{c\,1,1},$$

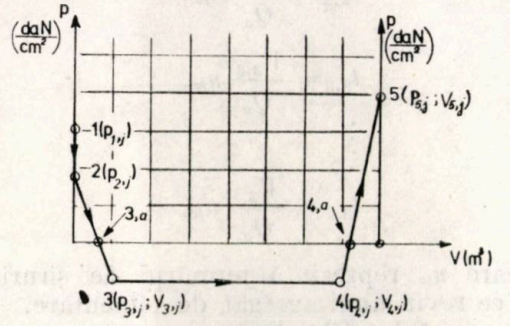


Fig. 4. Diagrama $p-V$ pentru cimentarea șiului prin țevile exterioare

în care al doilea indice se referă la numărul tranșei; prin similitudine,

$$\begin{aligned} p_{1,2} &= p_{\theta 1,2} + p_{c\,1,2} \\ &\vdots \\ p_{1,3} &= p_{\theta 1,3} + p_{c\,1,3} \\ p_{1,j} &= p_{\theta 1,j} + p_{c\,1,j}, \end{aligned} \tag{18}$$

relații în care

$$p_{\theta 1,1} = 4\,\frac{H_1\,\theta}{d_t},$$

$$p_{\theta 1,2} = \frac{4(H_1 - h_1)\theta}{d_t},$$

$$p_{\theta 1,3} = \frac{4\,(H_1 - h_1 - h_2)\theta}{d_t} \tag{19}$$

$$\vdots$$

$$p_{\theta 1,j} = \frac{4(H_1 - h_1 - h_2 - \ldots - h_{j-1})\,\theta}{d_t},$$

respectiv

$$p_{c\,1,1} = \frac{\lambda\gamma_n V_i^2 H_1}{2gd_t},$$

$$p_{c\,1,2} = \frac{\lambda\gamma_n V_i^2 (H_1 - h_1)}{2gd_t},$$

$$p_{c\,1,3} = \frac{\lambda\gamma_n V_2^2 (H_1 - h_1 - h_2)}{2gd_t}, \tag{20}$$

$$\vdots$$

$$p_{c\,1,j} = \frac{\lambda\gamma V_2^2 (H_1 - h_1 - h_2 - \ldots - h_{j-1})}{2gd_t},$$

cu menționarea obligației ca înaintea fiecărei tranșe de cimentare să se facă circulația fluidului din spațiul inelar pe tot intervalul de timp dintre două reprize (după cum se va vedea, această operație este mai importantă decît răcirea la interior). Pentru prima tranșă,

$$p_{\theta 1,1} = \frac{4(H - h)\theta}{d_t} = \frac{4H_1\theta}{d_t} =$$

$$= \frac{4(388 - 8{,}4)10^2 \cdot 18 \cdot 10^{-6}}{4{,}6} = 0{,}6073 \text{ daN/cm}^2,$$

$$p_{c\,1,1} = 0{,}02\,\frac{1{,}28 \cdot 10^{-3} \cdot 3{,}01^2 \cdot 10^4 \cdot (388 - 8{,}4) \cdot 10^2}{2 \cdot 10 \cdot 10^2 \cdot 4{,}6} =$$

$$= 9{,}78 \text{ daN/cm}^2,$$

și deci

$$p_{1,1} = 0{,}6073 + 9{,}78 = 10{,}3873 \text{ daN/cm}^2.$$

Dacă manometrele M_2 se montează cîte unul pe refularea unui agregat, presiunea înregistrată corespunde celor două șiruri de țevi și deci presiunea înregistrată va fi

$$p'_{1,1} = 2 \cdot p_{1,1} = 2 \cdot 10{,}3873 \simeq 20{,}70 \text{ daN/cm}^2$$

(soluția cea mai bună, cu posibilitatea de control a variației presiunii, este montarea cîte unui manometru pentru fiecare șir de țevi și a unui manometru M_3 (fig. 1) pentru colectorul comun al agregatului de cimentare la care, evident, se va înregistra valoarea $p'_{1,1}$). Din motivele menționate, după ruperea rezistenței de gel nu se va putea observa o scădere substanțială a presiunii de refulare, dar [2]

$$p_{2,1} = p_{c\,1,1} - p_{c\,1,1}, \tag{21}$$

iar pentru celelalte tranșe de cimentare

$$\begin{aligned} p_{2,2} &= p_{\theta 1,2} - p_{\theta 1,2}, \\ p_{2,3} &= p_{\theta 1,3} - p_{\theta 1,3}, \\ &\vdots \\ p_{2,j} &= p_{c1,j} - p_{\theta 1,j}. \end{aligned}$$

În aceste condiții

$$p_{2,1} = 10{,}3873 - 0{,}6073 = 9{,}78 \text{ daN/cm}^2;$$

deoarece timpul de transformare a noroiului din lichid în gel este relativ mic (1...15 min), după care, practic, gelația nu se mai modifică (pentru starea de repaus), intervalul dintre momentul opririi circulației necesare ruperii rezistenței de gel și începerea cimentării efective a unui interval trebuie să fie cît mai mic, chiar egal cu zero; este de presupus că astfel

se va asigura și dezlocuirea fluidului dintre cintre, precum și a celui din neuniformitățile găurii de sondă.

În măsura umplerii țevilor de cimentare cu pastă de ciment, presiunea de refulare va scădea la valoarea

$$p_{3,1} = p_{c\,3,1} - p_{dif,1} \tag{22}$$

și, în continuare,

$$p_{3,2} = p_{c\,3,2} - p_{dif,2},$$

$$p_{3,3} = p_{c\,3,3} - p_{dif,3},$$

$$\vdots$$

$$p_{3,j} = p_{c\,3,j} - p_{dif,j},$$

în care acum

$$p_{c\,3,1} = p_{c\,1,1}\frac{\gamma_p}{\gamma_n},$$

$$p_{c\,3,2} = p_{c\,1,2}\frac{\gamma_p}{\gamma_n}, \tag{23}$$

$$\vdots$$

$$p_{c\,3,j} = p_{c\,1,j}\frac{\gamma_p}{\gamma_n},$$

iar

$$p_{dif\,3,1} = (\gamma_p - \gamma_n)\,H_1,$$

$$p_{dif\,3,2} = (\gamma_p - \gamma_n)\,(H_1 - h_1), \tag{24}$$

$$p_{dif\,3,3} = (\gamma_p - \gamma_n)\,(H_1 - h_1 - h_2),$$

$$\vdots$$

$$p_{dif\,3,j} = (\gamma_p - \gamma_n)(H_1 - h_1 - h_2 - \ldots - h_{j-1}).$$

(se ia în considerare presiunea diferențială maximă, corespunzătoare momentului cînd pasta de ciment a ajuns la șiul țevilor, dar nu a ieșit încă în spațiul inelar).

Volumul necesar umplerii țevilor de cimentare

$$V_{3,1} = \frac{\pi}{4} d_t^2 H_1,$$

$$V_{3,2} = \frac{\pi}{4} d_t^2 (H_1 - h_1),$$

$$V_{3,3} = \frac{\pi}{4} d_t^2 (H_1 - h_1 - h_2), \tag{25}$$

$$\vdots$$

$$V_{3,j} = \frac{\pi}{4} d_t^2 (H_1 - h_1 - h_2 - \ldots - h_{j-1}),$$

iar timpul de umplere cu pastă de ciment al unei țevi de cimentare

$$t_{3,1} = \frac{V_{3,1}}{Q_a} n_{ta},$$

$$t_{3,2} = \frac{V_{3,2}}{Q_a} n_{ta},$$

$$t_{3,3} = \frac{V_{3,3}}{Q_a} n_{ta}, \tag{26}$$

$$\vdots$$

$$t_{3,j} = \frac{V_{3,j}}{Q_a} n_{ta},$$

în care n_{ta} reprezintă numărul de șiruri de țevi ce revin unui agregat de cimentare.

În punctul 4 (fig. 4),

$$p_{4,1} = p_{c\,4,1} + p_{dif\,4,1},$$

respectiv

$$p_{4,2} = p_{c\,4,2} + p_{dif\,4,2}, \tag{27}$$

$$p_{4,3} = p_{c\,4,3} + p_{dif\,4,3},$$

$$\vdots$$

$$p_{4,j} = p_{c\,4,j} + p_{dif\,4,j},$$

în care

$$p_{dif\,4,1} = (\gamma_p - \gamma_n)\,(H_1 - h_1),$$

$$p_{dif\,4,2} = (\gamma_p - \gamma_n)\,(H_1 - h_1 - h_2), \tag{28}$$

$$p_{dif\,4,3} = (\gamma_p - \gamma_n)\,(H_1 - h_1 - h_2 - h_3),$$

$$\vdots$$

$$p_{dif\,4,j} = (\gamma_p - \gamma_n)\,(H_1 - h_1 - h_2 - h_3 - \ldots - h_j),$$

iar

$$p_{c\,4,1} \simeq p_{c\,3,1},$$

$$p_{c\,4,2} \simeq p_{c\,3,2},$$

$$p_{c\,4,3} \simeq p_{c\,3,3}, \tag{29}$$

$$\vdots$$

$$p_{c\,4,j} \simeq p_{c\,4,j},$$

dar modificările, față de punctul 3 vor fi mici, datorită faptului că înălțimile $h_1 \ldots h_j$ sînt și ele mici.

Volumele

$$V_{4,1} = \frac{1}{n_t}\left[\frac{\pi}{4} h_i (D_s^2 - D_m^2) + \frac{\pi}{4} h_1 D^2\right] - V_{3,1},$$

$$V_{4,2} = \frac{1}{n_t}\left[\frac{\pi}{4} h_2 (D_s^2 - D_m^2)\right] - V_{3,2},$$

$$\vdots \tag{30}$$

$$V_{4,j} = \frac{1}{n_t}\left[\frac{\pi}{4} h_j (D_s^2 - D_m^2)\right] - V_{3,j},$$

deoarece în ambele variante, cu excepția primei tranșe, în celelalte, pasta de ciment umple numai spațiul inelar.

Valoarea maximă a presiunii de refulare se va înregistra la sfîrșitul cimentării, cînd pentru refulare și spălarea interiorului țevilor, pe toată lungimea acestora, se va introduce apă, astfel încît

$$V_{5,1} = \frac{1}{n_t}\left[\frac{\pi}{4} h_1 (D_s^2 - D_m^2) + \frac{\pi}{4} h_1 D^2\right] + V_{3,1},$$

$$V_{5,2} = \frac{1}{n_t}\left[\frac{\pi}{4} h_2 (D_s^2 - D_m^2)\right] + V_{3,2},$$

$$\vdots \qquad (31)$$

$$V_{5,j} = \frac{1}{n_t}\left[\frac{\pi}{4} h_j (D_s^2 - D_m^2)\right] + V_{3,j}.$$

Presiunea

$$\begin{aligned} p_{5,1} &= p_{c\,5,1} + p_{dif\,5,1}, \\ p_{5,1} &= p_{c\,5,2} + p_{dif\,5,2}, \\ p_{5,3} &= p_{c\,5,3} + p_{dif\,5,3}, \qquad (32) \\ &\vdots \\ p_{c\,5,j} &= p_{c\,5,j} + p_{dif\,5,j}, \end{aligned}$$

cu

$$\begin{aligned} p_{c\,5,1} &= p_{c\,3,1}\frac{\gamma_a}{\gamma_n}, \\ p_{c\,5,2} &= p_{c\,3,2}\frac{\gamma_a}{\gamma_n}, \\ p_{c\,5,3} &= p_{c\,3,3}\frac{\gamma_a}{\gamma_n}, \qquad (33) \\ &\vdots \\ p_{c\,5,j} &= p_{c\,3,j}\frac{\gamma_a}{\gamma_n} \end{aligned}$$

și

$$\begin{aligned} p_{dif\,5,1} &= (\gamma_n - \gamma_a)(H_1 - h_1) + (\gamma_p - \gamma_a) h_1, \\ p_{dif\,5,2} &= (\gamma_n - \gamma_a)(H_1 - h_1 - h_2) + (\gamma_p - \gamma_a) h_2, \\ p_{dif\,5,c} &= (\gamma_n - \gamma_a)(H_1 - h_1 - h_2 - h_3) + (\gamma_p - \gamma_a) h_3, \\ &\vdots \\ p_{dif\,5,j} &= (\gamma_n - \gamma_a)(H_1 - h_1 - h_2 - h_3 - \ldots - h_j) + \\ &\quad + (\gamma_p - \gamma_a) h_j ; \qquad (34) \end{aligned}$$

(dacă refularea pastei de ciment se face cu noroi, relațiile (32) ... (34) trebuie modificate în mod corespunzător).

În aceste condiții, pentru prima tranșă,

$$p_{c\,3,1} = 9{,}78\frac{1{,}90}{1{,}28} = 14{,}52 \text{ daN/cm}^2,$$

$$p_{dif\,3,1} = (1{,}90 - 1{,}28)\cdot 10^{-3}(388 - 8{,}4)\,10^2 = 23{,}56 \text{ daN/cm}^2,$$

și

$$p_{3,1} = 14{,}52 - 23{,}56 = -9{,}04 \text{ daN/cm}^2.$$

Volumul corespunzător interiorului unui șir de țevi de cimentare,

$$V_{3,1} = \frac{3{,}14}{4}(388 - 8{,}4)\cdot 10^2 \cdot 4{,}6^2 = 0{,}6312 \text{ m}^3.$$

Este de așteptat deci ca după pomparea acestuia printr-un șir de țevi respectiv după un timp

$$t_1 = 2\frac{V_{3,1}}{Q_a} = 2\frac{0{,}6312}{0{,}600} = 2{,}10 \text{ min},$$ presiunea la M_2 să scadă de la 14,52daN/cm² la valoarea zero (teoretic la −9,04 daN/cm²):

$$V_{4,1} = \frac{1}{6}\left[\frac{3{,}14}{4} 5{,}68\,(4{,}978^2 - 4{,}02^2 + 3{,}95^2)\right] - 0{,}6312 = 17{,}3668 \text{ m}^3,$$

$$H_1 = H - h = 388 - 8{,}4 = 379{,}6 \text{ m},$$

$$p_{dif\,4,1} = (1{,}9 - 1{,}28)\cdot 10^{-3}(379{,}60 - 5{,}68)\cdot 10^2 = 23{,}18 \text{ daN/cm}^2,$$

$$p_{c\,4,1} = p_{c\,3,1} = 14{,}52 \text{ daN/cm}^2,$$

$$p_{1,1} = 14{,}52 - 23{,}18 = -8{,}66 \text{ daN/cm}^2.$$

Conform relațiilor (31) ... (34),

$$V_{5,1} = \frac{1}{6}\left[\frac{3{,}14}{4} 5{,}68(4{,}978^2 - 4{,}02^2 + 3{,}95^2)\right] + 0{,}6312 = 18{,}619 \text{ m}^2,$$

$$p_{c\,5,1} = 14{,}52\frac{1{,}00}{1{,}28} = 11{,}34 \text{ daN/cm}^2,$$

$$p_{dif\,5,1} = (1{,}28 - 1{,}00)\cdot 10^{-3}(379{,}6 - 5{,}68)\cdot 10^2 + (1{,}90 - 1{,}00)\cdot 10^{-3}\cdot 5{,}68\cdot 10^2 = 10{,}47 + 0{,}511 = 10{,}98 \text{ daN/cm}^2,$$

$$p_{5,1} = 11{,}34 + 10{,}98 = 22{,}32 \text{ daN/cm}^2.$$

Punctele de intersecție 3 *a* și 4 *a* (fig. 4) presupun momentul cînd căderile de presiune în sistemul de circulație devin egale cu presiunile diferențiale, dar acestea nu sînt obligatorii; așa cum s-a specificat, după retragerea țevilor de cimentare, deasupra oglinzii presupuse, se continuă circulația: la exterior pentru uniformizarea noroiului și evitarea prinderii șiurilor într-o oglindă neprevăzută, iar la interior pentru răcire.

(Continuare în nr. 5/1985)

Propagarea undelor de presiune în canale capilare şi fisuri (I)

Şef lucr. dr. ing. **F. Minescu**
prof. dr. ing. **I. Creţu**
Institutul de petrol şi gaze Ploieşti

I. Introducere

Mişcarea fluidelor în condiţiile cele mai generale este descrisă de ecuaţiile Navier-Stokes. Particularizarea acestor ecuaţii ridică uneori probleme care nu pot fi depăşite pe cale analitică decît cu simplificări, uneori nejustificate. În prezenta lucrare se va studia propagarea undelor de presiune în conducte, medii poroase, canale capilare şi fisuri, cu precădere în ultimele două, pentru fluide cu compresibilitate mică (lichide) şi cu compresibilitate mare (gaze).

În literatura de specialitate este studiată propagarea unor variaţii importante de presiune (variaţii bruşte) în conductele de gaze [1] şi în medii poroase [2]. Sub o formă particulară, propagarea undelor de presiune este studiată şi în [3]. Contextul în care este studiată această mişcare nepermanentă, precum şi scopul pentru care se dezvoltă ecuaţiile mişcării, sînt cu totul diferite : propagarea frontului depresionar la golirea conductelor de gaze [1], viteza de propagare a undelor de presiune în medii poroase [2] sau determinarea unor proprietăţi ale rocilor prin metoda *pulse testing* [3]. Aşa cum vom arăta mai jos, ecuaţiile propuse de autorii citaţi, deşi au forme mai mult sau mai puţin diferite, prezintă o anumită echivalenţă, avînd un caracter unitar. Plecînd de aici, se va face o extindere a acestor ecuaţii şi pentru alte medii, spre exemplu fisuri plane, cu aplicaţie concretă la zăcămintele de hidrocarburi. Se stabileşte pentru acest scop o legitate pentru viteza de propagare a undelor de presiune (celeritate) în canale capilare şi fisuri plane.

II. Propagarea undelor de presiune în conducte

1. *Conductă pentru gaze*

În acest paragraf vom relua, pe scurt, din [1], soluţia mişcării nestaţionare într-o conductă de gaze, de lungime infinită, pusă în exploatare la o presiune constantă.

Mişcarea este descrisă de următorul sistem de ecuaţii :

$$-\frac{\partial p^2}{\partial x} = \frac{a^2\lambda}{d}\cdot q^2, \qquad -\frac{\partial p}{\partial t} = a^2\frac{\partial q}{\partial x}, \tag{1}$$

în cate t este timpul, x distanţa măsurată pe axa conductei, p presiunea, λ coeficientul de pierdere de sarcină, d diametrul interior al conductei :

$$q = \rho \cdot v, \tag{2}$$

viteza masică, în a cărei expresie ρ este masa specifică a gazelor şi v viteza medie în secţiunea transversală a conductei, iar :

$$a = \sqrt{\frac{RT}{M}}, \tag{3}$$

viteza izotermă a sunetului în gaze, R constanta universală a gazelor, T temperatura absolută a gazelor, presupusă constantă şi M masa moleculară a gazelor.

Se fac două ipoteze simplificatoare :

- este valabilă legea gazelor perfecte ;
- forţele de inerţie sînt neglijabile.

Dacă se consideră forţele de inerţie, sistemul (1) devine :

$$\frac{\partial q}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{a^2\lambda}{2d}\frac{q^2}{p} = 0, \qquad \frac{\partial p}{\partial t} + a^2\frac{\partial q}{\partial x} = 0. \tag{4}$$

Liniarizarea sistemelor (1) şi (4) conduce la următoarele ecuaţii de mişcare, în funcţie de presiune :

$$\frac{\partial^2 p}{\partial t^2} + 2c\frac{\partial p}{\partial t} = a^2\frac{\partial^2 p}{\partial x^2}, \tag{5}$$

pentru sistemul (4) şi :

$$\frac{\partial p}{\partial t} = \frac{a^2}{2c}\cdot\frac{\partial^2 p}{\partial x^2}, \tag{6}$$

pentru sistemul (1),
unde $2c$ are expresia :

$$2c = \frac{\lambda}{3d}\cdot\frac{v_1^2 + v_1 v_0 - 2v_0^2}{v_1 - v_0}, \tag{7}$$

v_0 fiind viteza gazelor în secţiunea iniţială a conductei, iar v_1 — viteza în secţiunea finală.

Cu condiţia iniţială :

$$t = 0, \quad p = p_0 \tag{8}$$

și condițiile la limită :

$$x = 0, \quad p = f(t), \qquad (9)$$
$$x \to \infty, \quad p = p_0,$$

ecuațiile (5) și (6) au, respectiv, următoarele soluții :

$$p = p_0 + e^{-\frac{cx}{a}}\left[f\left(t - \frac{x}{a}\right) - p_0\right] + \frac{cx}{a}\int_{\frac{x}{a}}^{t}[f(t-\theta) - p_0]e^{-c\theta} \cdot \frac{I_1\left(c\sqrt{\theta^2 - \frac{x^2}{a^2}}\right)}{\sqrt{\theta^2 - \frac{x^2}{a^2}}}\,d\theta \qquad (10)$$

I_1 fiind funcția Bessel modificată de specia întîi și ordinul unu și :

$$p = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \cdot \int_{2\sqrt{\varkappa \cdot t}}^{\infty} f\left(t - \frac{x^2}{4\varkappa\zeta^2}\right)e^{-\xi^2} \cdot d\xi + p_0\, erfc\left(\frac{x}{2\sqrt{\varkappa t}}\right), \qquad (11)$$

unde $erfc(x) = 1 - erf(x)$,
$erf(x)$ fiind funcția eroare de argument x,

pentru $t > \frac{x}{a}$ (12)

și $p = p_0$ pentru $t < \frac{x}{a}$,

În expresia (11),

$$\varkappa = \frac{a^2}{2c}. \qquad (13)$$

Modul de obținere a acestor soluții, folosind transformata Laplace, este prezentat în [1], așa încît nu considerăm necesar a fi reprodus aici.

Un caz particular este acela în care $f(t)$ este funcția-treaptă (fig. 1) :

$$f(t) = p_1 = const. \qquad (14)$$

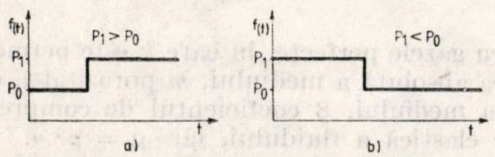


Fig. 1. Tipuri de semnale-treaptă

Rezultă pentru $t > \frac{x}{a}$, următoarele soluții ale ecuațiilor (5) și (6) :

$$p = p_0 + (p_1 - p_0)\left[e^{-\frac{cx}{a}} + \frac{cx}{a}\int_{\frac{x}{a}}^{t} e^{-c\theta} \cdot \frac{I_1\left(c\sqrt{\theta^2 - \frac{x^2}{a^2}}\right)}{\sqrt{\theta^2 - \frac{x^2}{a^2}}}\,d\theta\right] \qquad (15)$$

și :

$$p = p_0 + (p_1 - p_0)\, erfc\left(\frac{cx}{a} \cdot \frac{1}{\sqrt{2ct}}\right). \qquad (16)$$

Pentru curgerea laminară lentă :

$$2c = \frac{32\,\nu}{d^2},$$

în care ν este viscozitatea cinematică a gazului.

Evaluînd numeric relațiile (15) și (16) rezultă, cum se poate vedea din tabelele 1 și 2, o bună

Tabelul 1

Evaluarea soluției (15)

$c\frac{x}{a}$ \ ct	1,1	2	5	10
0,1	0,9346	0,9473	0,9606	0,9625
0,5	0,6781	0,74	0,8056	0,8148
1	—	0,5	0,6253	0,6434

Tabelul 2

Evaluarea soluției (16)

$c\frac{x}{a}$ \ ct	1,1	2	5	10
0,1	0,9276	0,9437	0,9642	0,9747
0,5	0,6521	0,7208	0,8224	0,8711
1	0,2932	0,4584	0,6491	0,75

concordanță între aceste soluții. Acest lucru indică faptul că liniarizarea sistemului (1), adică aproximarea lui $1/a^2$ cu zero, nu introduce erori importante.

În cele două tabele sînt trecute valori ale raportului $\frac{p - p_0}{p_1 - p_0}$.

2. *Conductă pentru lichide*

În acest paragraf vom rezolva, printr-un procedeu similar cu cel folosit în [1], ecuațiile pentru o conductă de lichid. Ecuația de mișcare are forma:

$$\rho \frac{\partial v}{\partial t} + \rho v \frac{\partial v}{\partial x} = -\frac{\partial p}{\partial x} - \frac{\rho}{2} v^2 \frac{\lambda}{d}. \tag{17}$$

Ecuația de continuitate are forma:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(\rho \cdot v)}{\partial x} = 0. \tag{18}$$

Plecînd de la egalitatea:

$$\rho \frac{\partial v}{\partial t} + \rho v \frac{\partial v}{\partial x} = \frac{\partial(\rho v)}{\partial t} + \frac{(\rho v^2)}{\partial x}, \tag{19}$$

ecuația de mișcare devine:

$$\frac{\partial(\rho v)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho v^2)}{\partial x} = -\frac{\partial p}{\partial x} - \frac{\rho}{2} v^2 \frac{\lambda}{d}, \tag{20}$$

Neglijînd $\frac{\partial(\rho v^2)}{\partial x}$ și notînd $q = \rho \cdot v$, obținem sistemul:

$$\frac{\partial q}{\partial t} = -\frac{\partial p}{\partial x} - \frac{\rho}{2} v^2 \frac{\lambda}{d}, \tag{21}$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial q}{\partial x} = 0.$$

În regim laminar, $\lambda = \frac{64}{Re} = \frac{64\nu}{vd}$.

Introducînd viteza sunetului:

$$a^2 = \frac{dp}{d\rho}, \tag{22}$$

găsim:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} = -\frac{\partial \rho}{\partial p}\frac{\partial p}{\partial t} = \frac{1}{a^2} \cdot \frac{\partial p}{\partial t}. \tag{23}$$

Sistemul ia forma:

$$\frac{\partial q}{\partial t} = -\frac{\partial p}{\partial x} - 2cq,$$

$$\frac{1}{a^2} \cdot \frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial q}{\partial x} = 0, \tag{24}$$

în care:

$$2c = \frac{32\nu}{d^2}. \tag{25}$$

Eliminînd pe q, rezultă:

$$\frac{\partial^2 p}{\partial t^2} + 2c \frac{\partial p}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 p}{\partial x^2}. \tag{26}$$

Se poate lesne observa că ecuația (26) este identică ca formă cu ecuația (5), așa încît punînd aceleași condiții la limită, rezultă aceeași soluție, relațiile (10), respectiv (15), în care $2c$ are semnificația din (25).

Se poate trage deci concluzia provizorie că mișcarea nestaționară a fluidelor pentru cazul particular al propagării undelor de presiune este aceeași pentru gaze ca și pentru lichide, deosebirea dintre ele fiind dată de forma coeficientului $2c$.

III. Propagarea undelor de presiune în medii poroase

Problema propagării perturbațiilor de presiune prin medii poroase a fost abordată încă din anul 1959 de Oroveanu și Pascal [4], fiind reluată apoi de Foster, McMillen și Odeh [2] și mai recent de Odeh și McMillen [3] și mai apoi și de alții.

Dintre soluțiile existente, vom prezenta aici, foarte succint, pe cea a lui Foster și colaboratorilor săi, pentru curgerea liniară.

Ecuația presiunii are forma:

$$\frac{\partial^2 p}{\partial t^2} + \frac{v_a^2}{D} \cdot \frac{\partial p}{\partial t} = v_a^2 \frac{\partial^2 p}{\partial x^2}, \tag{27}$$

în care v_a este viteza de propagare a undelor de presiune (a sunetului) în medii poroase (în faza fluidă care saturează mediile poroase) pe care o vom numi pe scurt, celeritate [5], și D este difuzivitatea hidraulică, avînd expresiile:

$$D = \frac{k}{m\beta\mu}, \tag{28}$$

pentru lichide (fluide cu compresibilitate mică) și:

$$D = \frac{kp}{m\mu}, \tag{29}$$

pentru gazele perfecte, în care k este permeabilitatea absolută a mediului, m porozitatea efectivă a mediului, β coeficientul de compresibilitate elastică a fluidului, iar $\mu = \rho \cdot \nu$.

Este ușor de observat că ecuația (27) are aceeași formă cu ecuațiile (5) și (26), de unde

se poate deduce că indiferent de mediul prin care se propagă, considerînd aceleași ipoteze simplificatoare, citate mai sus, ecuația care descrie propagarea undelor de presiune este aceeași, particularizările făcîndu-se prin coeficienți specifici.

Rezolvarea ecuației (27) cu condițiile inițiale și la limită (8) și (9), dată în [2], scrisă aici sub o formă ușor modificată, este :

$$p = p_0 + (p_1 - p_0)\left[e^{-\frac{xv_a}{2D}} + \right.$$

$$\left. + \frac{xv_a}{2D} \int_{\frac{x}{v_a}}^{t} e^{-\frac{v_a^2 \theta}{2D}} \cdot \frac{I_1\left(\frac{v_a^2}{2D}\sqrt{\theta^2 - \frac{x^2}{v_a^2}}\right)}{\sqrt{\theta^2 - \frac{x^2}{v_a^2}}} \mathrm{d}\theta \right], \quad (30)$$

pentru $t > \frac{x}{v_a}$

și $p = p_0$

pentru $t < \frac{x}{v_a}$.

Viteza v_a este un parametru complex al mediului poros. Experiențele citate de autorii lucrării [2] arată că viteza sunetului în mediile poroase este mai mică decît viteza sunetului în faza fluidă. Astfel, pentru aer, s-a găsit că cele două viteze sînt într-un raport de 1/21 pînă la 1/1 400. Nu se fac precizări cu privire la mediile poroase investigate în afară de faptul că au fost roci grezoase.

Folosirea relației (34) presupune determinarea prealabilă a lui v_a pe cale experimentală, în absența unei legități care să exprime legătura între celeritate, proprietățile fluidului și cele ale rocii.

IV. Stabilirea caracterului unitar al propagării undelor de presiune pe o direcție

În paragraful precedent am arătat că ecuațiile care descriu propagarea undelor de presiune într-o conductă și într-un mediu poros sînt asemănătoare. După cum se știe, conducta poate fi considerată ca un mediu poros particular, avînd :

$$m = 1$$

$$k = \frac{d^2}{32}$$

$$v_a = a.$$

Ținînd seama că [5] : $a^2 = 1/\beta\rho$, expresia $\frac{xv_a}{2D}$ va lua, succesiv, forma :

$$\frac{xv_a}{2D} = \frac{x \cdot a}{2}\left|\frac{d^2}{32\,\mu\beta}\right. = \frac{x}{2a} \cdot \frac{32\nu}{d^2} = \frac{x}{2a} \cdot 2c = \frac{c \cdot x}{a} \cdot \quad (31)$$

Procedînd ca în șirul de relații (31), obținem :

$$\frac{v_a^2 t}{2D} = c \cdot t. \quad (32)$$

Rezultă deci că relațiile (15) și (30) sînt forme particulare ale aceleiași forme generale a soluției ecuației propagării undelor de presiune pe o direcție, la curgerea lentă, cînd $\lambda = \frac{64}{Re}$.

O problemă care se ridică, văzînd a doua condiție la limită din toate condițiile de pînă acum, adică $x \to \infty$, $p \to p_0$, este aceea dacă pentru mediile finite soluțiile diferă în mod semnificativ. Răspunsul la această problemă este prezentat în [3], unde este dată o soluție și pentru x finit a ecuației de propagare a undelor de presiune (ea apare sub forma unor serii infinite), dar evaluată numeric diferă într-un mod cu totul nesemnificativ de soluția pentru x infinit. În figura 2 este reluat acest rezultat din [3].

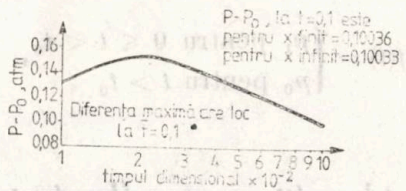


Fig. 2. Soluția lui Odeh și Mc Millen

Plecînd de la această unitate a soluțiilor, în cele ce urmează, cu aproximația arătată, vom aplica soluțiile de mai sus și pentru mediile finite, fiind mult mai ușor de mînuit și de evaluat numeric.

V. Extinderea soluțiilor precedente pentru alte condiții la limită

În cele ce urmează, vom completa soluțiile din lucrările citate cu alte cîteva, interesante din punct de vedere practic, pe care le-am dezvoltat pe baza acelorași metode și aplicînd, după caz, principiul suprapunerii efectelor.

1. Dacă funcția $f(t)$ din relația (9) are forma (fig. 3) :

$$f(t) = p_0 + (p_1 - p_0) \cdot |(\sin bt)|, \quad (33)$$

rezultă următoarea soluţie :

$$p = p_0 + e^{-\frac{bx}{v_a}}\left[(p_1 - p_0)\left|\sin\left(bt - \frac{bx}{v_a}\right)\right|\right] + \\ + \frac{bx}{v_a}\int_{\frac{x}{v_a}}^{t}(p_1 - p_0)\,|\sin(bt - b\theta)|\,e^{-b\theta}\cdot \\ \cdot \frac{I_1\left(b\sqrt{\theta^2 - \frac{x^2}{v_a^2}}\right)}{\sqrt{\theta^2 - \frac{x^2}{v_a^2}}}\,d\theta, \qquad (34)$$

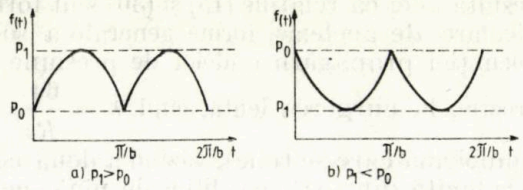


Fig. 3. Semnale de tipul funcţiei (33)

unde :

$b = c$ şi $v_a = a$ pentru conducte

şi :

$b = \frac{v_a^2}{2D}$ pentru medii poroase.

2. Dacă funcţia $f(t)$ din relaţia (9) are forma (fig. 4) :

$$f(t) = \begin{cases} p_1 \text{ pentru } 0 \leqslant t < t_0, \\ p_0 \text{ pentru } t > t_0 \end{cases} \qquad (35)$$

aplicînd principiul suprapunerii efectelor, rezultă :

$$p = p_p + (p_1 - p_0)\left[\frac{b_x}{v_a}\cdot\int_{\frac{x}{v_a}+t_0}^{t+t_0} e^{-b\theta}\frac{I_1\left(b\sqrt{\theta^2 - \frac{x^2}{v_a^2}}\right)}{\sqrt{\theta^2 - \frac{x^2}{v_a^2}}}\,d\theta - \right. \\ \left. - \int_{\frac{x}{v_a}}^{t} e^{-b\theta}\frac{I_1\left(b\sqrt{\theta^2 - \frac{x^2}{v_a^2}}\right)}{\sqrt{\theta^2 - \frac{x^2}{v_a^2}}}\,d\theta\right], \qquad (36)$$

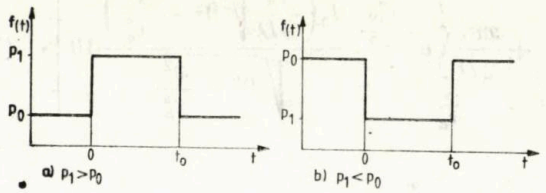


Fig. 4. Semnale de tipul funcţiei-treaptă

pentru $t > \frac{x}{v_a} + t_0$.

Pentru $\frac{x}{v_a} < t < \frac{x}{v_a} + t_0$, soluţia este identică cu (30).

În relaţia (36), b are semnificaţia de mai sus

(Continuare în nr. 5/1985)

Consideraţii asupra flambajului ridicătorilor hidraulici telescopici folosiţi în instalaţii de foraj şi intervenţie transportabile

Ing. **C. Cristescu**
I.P.C.U.P. Ploieşti

Generalităţi

În instalaţiile transportabile masturile telescopice sînt amplasate pe vehicule în poziţie orizontală şi necesită dispozitive pentru rabaterea în poziţie verticală a acestora şi dispozitive pentru telescoparea lor.

Cele mai folosite dispozitive pentru rabaterea masturilor din poziţia orizontală în poziţia verticală sînt cilindrii hidraulici telescopici capabili să realizeze forţe şi curse foarte mari, cunoscuţi sub numele de r i d i c ă t o r i h i d r a u l i c i.

Cilindrii hidraulici telescopici pentru rabaterea şi telescoparea mastului au caracteristic faptul că funcţionează sub acţiunea unor forţe foarte mari (de ordinul zecilor de tone-forţă) şi dezvoltă curse foarte mari (de ordinul metrilor).

Din studierea condiţiilor de funcţionare, rezultă imediat posibilitatea apariţiei flambajului elastic.

De asemenea, posibilitatea apariţiei flambajului elastic la cilindrii hidraulici telescopici este reliefată şi de tendinţele constructive moderne ale acestora, care sînt caracterizate de faptul că se utilizează presiuni de lucru din ce în ce mai mari şi materiale mai bune.

Prin utilizarea presiunilor înalte de lucru vor rezulta diametre interioare necesare, mai mici, care vor conduce, în final, la coeficienţi de zvelteţe măriţi.

Trecerea la folosirea unor materiale mai bune va conduce la grosimi de pereţi ale cilindrilor mai mici, deci diametre exterioare mai mici, şi, în final, momente de inerţie şi rigidităţi mai mici.

Din cele de mai sus, se observă că ambele tendinţe constructive conduc spre scăderea forţei critice de flambaj, deci la agravarea pericolului de flambaj.

Deoarece în literatura tehnică nu există date suficiente pentru verificarea la flambaj a cilindrilor telescopici, ne propunem să stabilim relaţiile de calcul necesare şi realizarea unor programe de calcul pe calculatorul FELIX C-256 pentru efectuarea unor asemenea calcule.

Ipoteze de calcul

Dezvoltarea relaţiilor de calcul de mai jos are la bază cîteva ipoteze de lucru simplificatoare.

- Ecuaţiile de echilibru se scriu pe forma deformată a structurii, denumită formă de echilibru elastic.
- Se consideră că forţa de compresiune P este perfect centrică, flambajul elastic al structurii fiind un flambaj pur.
- În cazul cilindrilor hidraulici, forţa care produce flambajul se consideră a fi întreaga sarcină P care se aplică în articulaţii (nu numai fracţiunea de sarcină care se transmite prin pereţii cilindrilor); lichidul din cilindrii hidraulici neavînd rigiditate proprie, rigiditate totală fiind rigiditatea ţevii (IE).
- Structura supusă la compresiune şi flambaj se consideră articulată la extremităţi, modelul matematic al acesteia presupunînd existenţa pe lungimi diferite a zonelor de momente de inerţie diferite, conform cu figurile cazurilor analizate.

Observaţie

Toate relaţiile stabilite mai jos, precum şi programele de calcul aferente sînt valabile pentru orice structură, al cărei model matematic este identic cu unul din modelele analizate în continuare.

Flambajul ridicătorilor telescopici în două trepte

Se consideră cazul unui cilindru hidraulic obişnuit, extins complet, care realizează o forţă P în cele două articulaţii de la capete, aşa cum se vede în figura 1 *a*: ne propunem să aflăm forţa P la care cilindrul hidraulic extins complet îşi pierde stabilitatea.

Pentru aceasta, vom reduce întreg sistemul cilindru-piston-tijă la un model ipotetic caracterizat de existenţa, între articulaţii, a două zone de rigidităţi diferite (I_1 şi I_2) pe lungimi diferite (l_1 şi l_2) conform figurii 1 *b*.

Sub acţiunea forţei P, întreg sistemul îşi pierde stabilitatea deformîndu-se, fibra medie deformată fiind ilustrată în figura 1 *c*.

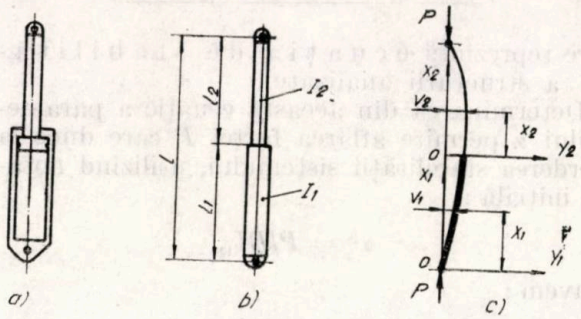


Fig. 1

Pentru a studia stabilitatea sistemului şi pentru a afla forţa minimă care duce la pierderea acesteia, vom scrie ecuaţiile de echilibru pe forma deformată a structurii, momentul încovoietor M într-o secţiune oarecare avînd valoarea:

$$M = P.V.$$

Considerăm, conform fgurii 1 *c*, cîte un sistem de axe de coordonate pentru fiecare zonă.

Vom scrie ecuaţia fibrei medii deformate pe fiecare zonă în parte, conform sistemului propriu de coordonate şi vom obţine sistemul de ecuaţii diferenţiale următor:

$$\begin{cases} \dfrac{d^2V_1}{dx_1^2} + \dfrac{P}{EI_1} \cdot V_1 = 0 \\ \dfrac{d^2V_2}{dx_2^2} + \dfrac{P}{EI_2} \cdot V_2 = 0 \end{cases} \quad \text{sau} \quad \begin{cases} \dfrac{d^2V_1}{dx_1^2} + \alpha^2 V_1 = 0 \\ \dfrac{d^2V_2}{dx_2^2} + \alpha^2 k^2 \cdot V^2 = 0 \end{cases}$$

S-a notat:

$$\alpha^2 = \frac{P}{EI_1} \qquad k^2 = \frac{I_1}{I_2}.$$

Sistemul are soluţiile de forma:

$$V_1 = A_1 \cos(\alpha x_1) + B_1 \sin(\alpha x_1)$$

$$V_2 = A_2 \cos(\alpha x_2) + B_2 \sin(\alpha x_2).$$

Aceste funcţii trebuie, de asemenea, să satisfacă condiţiile la limită corespunzătoare rezemărilor structurii (articulaţii la capete) şi de continuitate a barei cu secţiunea variabilă.

În cazul nostru, avem următoarele condiţii la limită:

pentru: $x_1 = 0$	$V_1(0) = 0$	(1)
	$V_1''(0) = 0$	(1')
pentru: $x' = l_1$ şi $x_2 = 0$	$V_1(l_1) = V_2(0)$	(2)
	$V_1'(l_1) = V_2'(0)$	(3)
pentru: $x_2 = l_2$	$V_2(l_2) = 0$	(4)
	$V_2''(l_2) = 0$	(4').

Folosind relaţiile condiţiilor la limită (1), (2), (3) şi (4) şi eliminînd coeficienţii A_1, A_2, B_1 şi B_2 obţinem relaţia :

$$\boxed{\operatorname{tg}(\alpha \cdot k \cdot l_2) + k \cdot \operatorname{tg}(\alpha \cdot l_1) = 0}, \qquad (I)$$

care reprezintă ecuaţia de stabilitate a structurii analizate.

Determinarea din această ecuaţie a parametrului α permite aflarea forţei P care duce la pierderea stabilităţii sistemului, utilizînd notaţia iniţială :

$$\alpha^2 = P/EI_1,$$

avem :

$$\boxed{P_f = \alpha^2 \cdot EI_1}.$$

Coeficientul de siguranţă la flambaj

Cunoscînd forţa maximă de lucru a structurii P_L şi forţa critică de flambaj P_f, se poate determina care este coeficientul de siguranţă la flambaj făcînd raportul dintre P_f şi P_L :

$$\boxed{c_f = P_f/P_L}.$$

Programul de calcul Flamrid 2

Rezolvarea ecuaţiei de stabilitate pe baza încercărilor succesive este o cale foarte laborioasă, consumînd foarte mult timp de lucru.

De aceea ne-am propus realizarea unui program de calcul pe calculatorul FELIX C-256, utilizînd limbajul FORTRAN.

Pentru rularea unui astfel de program vom indica, în cartela de date, valorile momentelor de inerţie I_1 şi I_2, ale lungimilor l_1 şi l_2, forţa de lucru P_L şi precizia de calcul P_R.

Pe listing vor apărea atît datele constructive şi de exploatare indicate în cartela de date, cît şi rezultatele calculelor : valoarea parametrului α care verifică ecuaţia de stabilitate, forţa la care se produce flambajul şi coeficientul de siguranţă la flambaj.

Flambajul ridicătorilor telescopici în trei trepte

În practica de proiectare se întîlnesc cilindri hidraulici telescopici sau cilindri hidraulici obişnuiţi neextinşi complet, aşa cum se vede în figura 2 *a*, care pot fi reduşi la un model ipotetic ca în figura 2 *b*, caracterizaţi de existenţa a trei zone de momente de inerţie diferite (trei trepte) pe trei lungimi diferite şi care trebuie verificaţi la flambaj.

Pentru a determina forţa critică minimă la flambaj şi a găsi ecuaţia de stabilitate a sistemului, vom scrie ecuaţiile de echilibru pe forma deformată a structurii, considerînd momentul încovoietor M într-o secţiune curentă avînd valoarea : $M = P\,V$.

Se alege cîte un sistem de axe de coordonate pentru fiecare zonă, aşa cum se vede în figura 2 *c*.

Scriind ecuaţia fibrei medii deformate pe fiecare treaptă în parte, conform sistemului

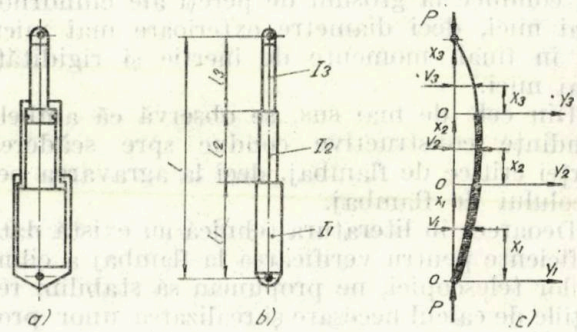


Fig. 2

propriu de coordonate, obţinem următoarele sisteme de ecuaţii diferenţiale :

$$\begin{cases} \dfrac{d^2 V_1}{dx_1^2} + \dfrac{P}{EI_1} \cdot V_1 = 0 \\ \dfrac{d^2 V_2}{dx_2^2} + \dfrac{P}{EI_2} \cdot V_2 = 0 \\ \dfrac{d^2 V_3}{dx_3^2} + \dfrac{P}{EI_3} \cdot V_3 = 0 \end{cases} \quad \text{sau}$$

Se notează

$$\begin{cases} \dfrac{d^2 V_1}{dx_1^2} + \alpha^2 V_1 = 0 & \alpha^2 = \dfrac{P}{EI_1} \\ \dfrac{d^2 V_2}{d x_2^2} + k^2 \cdot \alpha^2 \cdot V_1 = 0 & k^2 = \dfrac{I_1}{I_2} \\ \dfrac{d^2 V_3}{dx_3^2} + q^2 \cdot \alpha^2 \cdot V_3 = 0 & q^2 = \dfrac{I_1}{I_3}. \end{cases}$$

Soluţiile ecuaţiilor sînt de forma :

$$V_1 = A_1 \cos(\alpha x_1) + B_1 \sin(\alpha x_1)$$

$$V_2 = A_2 \cos(\alpha k x_2) + B_2 \sin(\alpha k x_2)$$

$$V_3 = A_3 \cos(\alpha q x_3) + B_3 \sin(\alpha q x_3).$$

Condiţiile la limită corespunzătoare rezemărilor structurii (articulaţii la capete) şi de continuitate, pe care funcţiile de mai sus trebuie să le îndeplinească, sînt următoarele :

pentru $x_1 = 0$	$V_1(0) = 0$	(1)
	$V_1''(0) = 0$	(1′)
pentru $x_1 = l_1$ şi $x_2 = 0$	$V_1(l_1) = V_2(0)$	(2)
	$V_1'(l_1) = V_2'(0)$	(3)
pentru $x_2 = l_2$ şi $x_3 = 0$	$V_2(l_2) = V_3(0)$	(4)
	$V_2'(l_2) = V_3'(0)$	(5)
pentru $x_3 = l_3$	$V_3(l_3) = 0$	(6)
	$V_3''(l_3) = 0$	(6′)

Calculînd derivatele v_1', v_2' și v_3' și folosind relațiile (1), (2), (3), (4), (5) și (6) vom obține un sistem omogen de ecuații. Pentru a avea soluții netriviale, vom pune condiția ca determinantul coeficienților necunoscutelor să fie nul : $\Delta = 0$

Punînd această condiție obținem :

$$\operatorname{tg}(\alpha l_1) = \frac{k\cos(\alpha \cdot k \cdot l_2) \cdot \sin(\alpha \cdot q \cdot l_3) + q \cdot \sin(\alpha \cdot k \cdot l_2)\cos(\alpha \cdot q \cdot l_3)}{k \sin(\alpha \cdot k \cdot l_2) \cdot \sin(\alpha q \cdot l_3) - q\cos(\alpha \cdot k \cdot l_2) \cdot \cos(\alpha \cdot q \cdot l_3)} \cdot \frac{1}{k} \qquad \text{(II)}$$

care reprezintă ecuația de stabilitate a structurii analizate.

Prin rezolvarea ecuației de stabilitate și determinarea valorii lui α putem afla forța critică minimă P_f care duce la apariția flambajului și verifică coeficientul de siguranță la flambaj.

Programul de calcul FLAMRID 3

În cazul structurilor în trei trepte, rezolvarea ecuației de stabilitate este extrem de dificilă, inabordabilă prin încercări. De aceea s-a impus rezolvarea acesteia pe calculatorul electronic.

S-a elaborat un program de calcul FLAMRID 3, care conferă nu numai soluția ecuației de stabilitate dar care este și forța critică de flambaj a structurii analizate, precum și coeficientul de siguranță la flambaj.

Pentru rularea unui program pe calculatorul FELIX C-256, vom indica în cartela de date valorile momentelor de inerție I_1, I_2 și I_3, ale lungimilor l_1, l_2, l_3, forța de lucru maximă P_L și precizia de calcul P_R.

Pe hîrtia de imprimantă vor apărea datele constructive și de exploatare indicate în cartela de date, valoarea parametului α care verifică ecuația de stabilitate, forța la care se produce flambajul și coeficientul de siguranță la flambaj.

Flambajul ridicătorilor telescopici în patru trepte

Pentru rabaterea mastului la instalațiile de foraj și intervenție transportabile se utilizează ridicători hidraulici telescopici în 4; 5 și chiar 6 trepte, ultimii putînd fi transfomați, prin reproiectare, în ridicători cu cinci trepte.

Avînd în vedere că, cursa realizată de ultimul tronson (al cincilea) al ridicătorului hidraulic se face, cel puțin parțial, cînd mastul se înclină după 90° și solicită ridicătorul la întindere, apare de mare importanță posibilitatea verificării la flambaj pentru ridicătorul cu patru trepte.

Pentru a găsi ecuația de stabilitate a structurii și a determina forța de flambaj, vom scrie, ca și în cazurile precedente, ecuațiile de echilibru pe forma deformată, considerînd momentul încovoietor $M = P\,V$.

Alegem cîte un sistem de axe de coordonate pentru fiecare treaptă, așa cum se vede în figura 3 *c*.

Scriem ecuația fibrei medii deformate pe fiecare treaptă în parte, conform sistemului

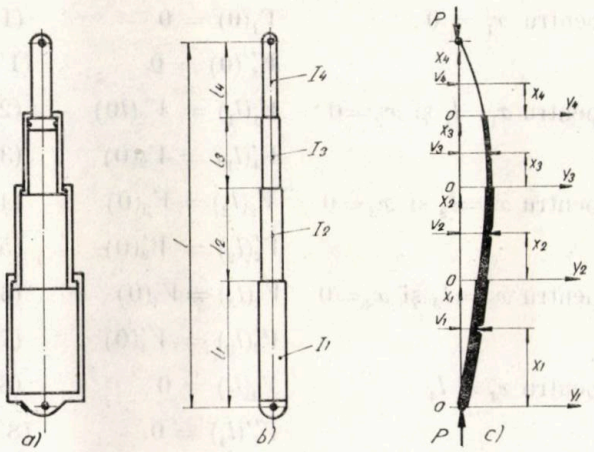


Fig. 3

propriu de coordonate și obținem următorul sistem de ecuații diferențiale :

$$\begin{cases} \dfrac{d^2V_1}{dx_1^2} + \dfrac{P}{EI_1} \cdot V_1 = 0 \\ \dfrac{d^2V_2}{dx_2^2} + \dfrac{P}{EI_2} \cdot V_2 = 0 \\ \dfrac{d^2V_3}{dx_3^2} + \dfrac{P}{EI_3} \cdot V_3 = 0 \\ \dfrac{d^2V_1}{dx_4^2} + \dfrac{P}{EI_4} \cdot V_4 = 0 \end{cases}$$

S-a notat :

sau

$$\begin{cases} \dfrac{d^2V_1}{dx_1^2} + \alpha^2 \cdot V_1 = 0 & \alpha^2 = \dfrac{P}{EI_1} \\ \dfrac{d^2V_2}{dx_2^2} + k^2 \cdot \alpha^2 \cdot V_2 = 0 & k^2 = \dfrac{I_1}{I_2} \\ \dfrac{d^2V_3}{dx_3^2} + q^2 \cdot \alpha^2 \cdot V_3 = 0 & q^2 = \dfrac{I_1}{I_3} \\ \dfrac{d^2V_4}{dx_4^2} + c^2 \cdot \alpha^2 \cdot V_4 = 0 & c^2 = \dfrac{I_1}{I_4}. \end{cases}$$

Soluţiile ecuaţiilor sînt de forma :

$$V_1 = A_1 \cos(\alpha \cdot x_1) + B_1 \sin(\alpha \cdot x_1)$$
$$V_2 = A_2 \cos(\alpha \cdot k \cdot x_2) + B_2 \sin(\alpha \cdot k \cdot x_2)$$
$$V_3 = A_3 \cos(\alpha \cdot q \cdot x_3) + B_3 \sin(\alpha \cdot q \cdot x_3)$$
$$V_4 = A_4 \cos(\alpha \cdot c \cdot x_4) + B_4 \sin(\alpha \cdot c \cdot x_4)$$

Condiţiile la limită corespunzătoare rezemărilor structurii (articulaţii la capete) şi de continuitate pe care funcţiile de mai sus trebuie să le îndeplinească sînt următoarele :

pentru $x_1 = 0$	$V_1(0) = 0$	(1)
	$V_1''(0) = 0$	(1')
pentru $x_1 = l_1$ şi $x_2 = 0$	$V_1(l_1) = V_2(l0)$	(2)
	$V_1'(l_1) = V_2'(0)$	(3)
pentru $x_2 = l_2$ şi $x_3 = 0$	$V_2(l_2) = V_3(0)$	(4)
	$V_2'(l_2) = V_3'(0)$	(5)
pentru $x_3 = l_3$ şi $x_4 = 0$	$V_3(l_3) = V_4(0)$	(6)
	$V_3'(l_3) = V_4'(0)$	(7)
pentru $x_4 = l_4$	$V_4(l_4) = 0$	(8)
	$V_4''(l_4) = 0.$	(8')

Calculînd derivatele V_1', V_2', V_3' şi V_4' şi folosind relaţiile (1), (2), (3), (4), (5), (6), (7) şi (8), obţinem un sistem de ecuaţii omogene. Pentru a avea soluţii netriviale vom pune condiţia ca determinantul coeficienţilor necunoscutelor să fie nul : $\Delta = 0$

Punînd această condiţie obţinem relaţia :

$$\boxed{\frac{1}{c} \cdot \operatorname{tg}(\alpha \cdot c \cdot l_4) = \frac{N}{n}} \qquad \text{(III)}$$

$$N = q[k \cdot \sin(\alpha \cdot l_1) \cdot \cos(\alpha \cdot k \cdot l_2) +$$
$$+ \cos(\alpha \cdot l_1) \cdot \sin(\alpha \cdot k \cdot l_2)] \cos(k \cdot q \cdot l_3) -$$
$$- k[k \sin(\alpha \cdot k \cdot l_2) \cdot \sin(\alpha \cdot l_1) -$$
$$- \cos(\alpha \cdot k \cdot l_2) \cdot \cos(\alpha \cdot l_1)] \sin(\alpha \cdot q \cdot l_3)$$

$$n = q^2[k \cdot \sin(\alpha \cdot l_1) \cdot \cos(\alpha \cdot k \cdot l_2) +$$
$$+ \cos(\alpha \cdot l_1) \cdot \sin(\alpha \cdot k \cdot l_2)] \sin(\alpha \cdot q \cdot l_3) +$$
$$+ kq[k \sin(\alpha \cdot k \cdot l_2) \cdot \sin(\alpha \cdot l_1) -$$
$$- \cos(\alpha \cdot k \cdot l_2) \cos(\alpha \cdot l_1)] \cos(\alpha \cdot q \cdot l_3)$$

care este ecuaţia de stabilitate a structurii analizate.

Determinarea parametrului α din această ecuaţie permite determinarea forţei critice minime P_f care duce la operaţia flambajului : $P_f = \alpha^2 EI_1$ şi coeficientului de siguranţă. $C_f = P_f / P_L$

Programul de calcul FLAMRID 4

Avînd în vedere complexitatea ecuaţiei de stabilitate a structurilor în patru trepte articulate la capete şi supuse la forţa de compresiune, rezolvarea prin încercări a acestei ecuaţii este aproape imposibilă.

De aceea, se impune neapărat realizarea unui program de calcul, care, pe lîngă soluţia ecuaţiei de stabilitate, să ne ofere şi forţa critică de flambaj a structurii analizate şi coeficientul de siguranţă la flambaj.

Programul de calcul FLAMRID 4, realizat pentru calculatorul FELIX C-256 în limbaj FORTRAN rezolvă această problemă.

Pentru rularea programului pe calculator, se indică în cartela de date valorile momentelor de inerţie I_1, I_2, I_3, I_4 şi respectiv lungimile l_1, l_2, l_3, l_4, precum şi forţa de lucru maximă P_L şi precizia de calcul P_R, la imprimantă apărînd, pe lîngă datele constructive şi de exploatare enumerate, valoarea parametrului α, care verifică ecuaţia de stabilitate, forţa critică de flambaj şi coeficientul de siguranţă la flambaj.

Concluzii

În lucrare se analizează posibilitatea apariţiei flambajului la ridicători hidraulici telescopici utilizaţi în instalaţiile de foraj şi intervenţie transportabile şi se elaborează relaţii de calcul al stabilităţii acestora în diverse cazuri constructive întîlnite în mod curent.

Relaţiile de calcul stabilite în lucare sînt valabile şi pentru alte structuri sau construcţii în trepte similare, articulate la cele două capete şi solicitate la compresiune, caracterizate de existenţa unor trepte de momente de inerţie diferite pe lungimi diferite.

Lucrarea prezintă şi programele de calcul, realizate pe baza relaţiilor stabilite pentru fiecare caz analizat în parte, programe experimentale şi rulate pe calculatorul FELIX C-256.

Relaţiile stabilite şi programele de calcul elaborate au o utilitate imediată în practica de proiectare.

Bibliografie

[1] Buzdugan, Gh. *Rezistenţa materialelor.* Ed. tehnică, Bucureşti, 1970

[2] Posea, N. *Rezistenţa materialelor.* Ed. didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1979

[3] Dimo, P. *Programarea în FORTRAN.* Ed. didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1971

[4] Dumitraşcu, L. ş.a. *Învăţăm FORTRAN ... conversînd cu calculatorul* Vol. I., Vol. II., Ed. tehnică, Bucureşti, 1981.

Gazele naturale în economia S.U.A. (III)

În anul 1972 s-a realizat stația Bakergasfield echipată cu patru agregate GT 40 package de cîte 4 000 CP de proveniență Ingersoll-Rand și cu telecomandă Tentamatic.

Agregatele package sînt dotate cu sisteme de detecție a concentrației periculoase de amestec exploziv sau de început de incendiu, precum și cu instalații de injecție instantaneu a bioxidului de carbon în interiorul capotajului. De asemenea, agregatele care sînt destinate regimurilor arctice sînt prevăzute cu dispozitive antigivraj pentru evitarea blocării filtrelor de aer în condiții de ceață, ninsoare, viscol ș.a.

La stațiile de compresoare din S.U.A., toate agregatele sînt întrebuințate succesiv, dar avînd agregate de rezervă. Funcționarea continuă a agregatelor cu rezervă caldă sau rece este posibilă datorită :

- calității deosebite a mașinilor și participarea îndelungată a uzinelor constructoare la îmbunătățirea și remedierea utilajelor și instalațiilor ;
- specializarea personalului operativ de coordonare, exploatare și reparare în cadrul unităților care confecționează instalațiile respective ;
- organizarea unor centre zonale puternice și bine dotate pentru SERVICE și depanări incidentale ;
- stabilirea unor răspunderi stricte ale personalului care execută lucrările de revizii-reparații.

În condițiile concurente, firmele producătoare tind să evite apariția oricăror documente privind defecțiunile sau deficiențele utilajelor livrate. În unele cazuri, firmele constructoare mențin pe șantierul stației specialiștii săi pînă la terminarea definitivă a rodajului și probelor de anduranță și de performanță.

Existența mai multor forme specializate în producția utilajelor pentru industria gazieră și cointeresarea acestora în obținerea de comenzi permit beneficiarilor nemijlociți să ridice pretenții privind performanțele noilor tipuri de utilaje. Diversificarea tipodimensională largă a agregatelor de comprimare creează posibilitatea companiilor de gaze să aleagă soluțiile optime, care să asigure investiții și cheltuieli de exploatare minime pentru fiecare caz în parte.

Astfel, apariția turbinelor cu gaze cuplate cu compresoare centrifugale, avînd randamente comprarabile cu gazomotocompresoarele și cu cheltuieli de exploatare mai reduse, au obligat firmele furnizoare de motocompresoare să sporească considerabil economicitatea și nivelul de automatizare, combinat cu mărirea puterii unitare pe agregat. Mai mult, firme strict specializate în motocompresoare cum sînt Cooper-Bessemer, Clark, Ingersoll-Rand ș.a. au asimilat în producția curentă turbocompresoare.

Pînă în anul 1957 agregatele din cadrul stațiilor de compresoare erau acționate și reglate prin comenzi manuale locale. Începînd din anul 1960, s-au pus în funcțiune stații comandate de la dispecerate zonale sau centrale situate la distanțe cuprinse între 120 și peste 1 500 km. Stația de compresoare este conectată la camera de comandă a punctului-dispecer central printr-un sistem de microunde și canale telefonice, unul dintre acestea folosindu-se pentru telecomandă, iar celălalt pentru telemăsură.

Pe teritoriul unei stații moderne, în schimbuile II și III, se află un singur operator de serviciu. Acesta remediază defecțiuni curente la instalațiile electromecanice, la instalațiile auxiliare și alte lucrări de reparații mărunte, urmărește nivelul uleiului de ungere și etanșeitate, comandă materialele consumate și schimbă diagramele aparatelor înregistratoare. Reparațiile preventive, reviziile și reparațiile capitale sînt executate de echipe anume destinate pe zone de activități. La stațiile din raioanele arctice nu există supraveghere umană dar există agregate de rezervă, iar echipele fac revizia numai în sezonul cald.

Instalațiile de automatizare, telecomandă și teletransmisie au permis, la nivelul anului 1965, economisirea a circa 70 000 dolari anual, pe cînd cheltuielile pentru automatizarea stației au costat 130 000 dolari inclusiv instalațiile de la dispecerul central.

Compania Texas Estern are în vedere extinderea schemelor logice de automatizare la toate stațiile de comprimare. În concordanță cu părerea specialiștilor consultanți, această soluție garantează posibilitatea stabilirii și menținerii regimului optim de lucru, regim care nu poate fi realizat manual și asigură reduceri semnificative ale cheltuielilor reclamate de personalul de deservire, consumul de energie electrică, combustibili și lubrifianți. După datele prezentate de inginerii firmelor de transport gaz, în primele etape au fost întîmpinate dificultăți în exploatarea buclelor de automatizare. Au fost necesare eforturi pentru pregătirea operatorilor și asimilarea celor mai rapide metode de determinare, localizare și remediere a defectelor din schemele circuitelor de supravaghere — protecție — comandă. În fazele inițiale a existat tendința de a se trece la comanda manuală ; în decursul timpului aceste dificultăți au fost surmontate.

Pe conducta de transport gaze din sud (Texas și Louisiana) spre Washington, Baltimore și New-York, avînd diametrul de 750 mm și lungimea de 1 300 km, există 10 stații de comprimare situate la intervale de 120—130 km. Toate stațiile sînt identice. În prima etapă au fost realizate cinci stații, iar în etapa a doua alte șapte stații. Una din aceste stații este cea de la Stenton, echipată cu șapte compresoare centrifugale de fabricație Cooper — Bessemer. Întrucît temperatura mediului ambiant variază între — 17°C și + 35°C, iar în timpul iernii există zăpadă, agregatele sînt montate într-o clădire zidită prevăzută cu un pod rulant de 14 t, care servește sala compresoarelor. Pentru reducerea zgomotului, pereții clădirii și plafonul sînt căptușiți cu plăci poroase fonoabsorbante. Cu toate acestea, zgomotul în sala compresoarelor este mare (peste 110 dB). În hala turbinelor cu gaze se află o grindă rulantă de 12 tf, acționată pneumatic. Hala turbinelor este închisă ermetic și se află permanent sub o suprapresiune de 5—8 mm col. H_2O. Clădirea nu are ferestre, iar iluminatul este continuu electric. Silvana Gas Co. deține o serie de stații de comprimare montate numai în barăci metalice.

În regiunile cu climat temperat există stații de turbocompresoare alcătuite din agregate package sau cu agregatele montate în clădiri asamblate din ferme metalice acoperite cu tablă ondulată. Un exemplu în acest sens este stația Gillas, echipată cu compresoare centrifugale model 24 × 24, cuplate în serie, care au fost livrate de firma Clark. Se precizează că pereții laterali sînt confecționați din două rînduri de tablă între care se află masă izolantă. Parametrii de bază ai stației sînt următorii :

	Treapta I	Treapta a II-a
Presiunea de aspirație, at	48,5	57,4
Presiunea de refulare, at	57,4	66,2
Debit, $\times 10^6$ Nm^3/24h	20	20
Temperatura de aspirație, °C	15,5	29,4
Temperatura de refulare, °C	29,4	43,3

Schema claviaturii de interconectare este redată în figura 1.

Stația este dotată cu baterie de acumulatori Ni—Cd, care asigură 125 Vc.c. și are capacitatea de 400 Ah, suficientă pentru pornirea grupului generator electric de rezervă și pentru alimentarea pompelor de urgență ulei ungere, etanșare și răcire.

Fiecare turboagregat este comandat fie de la pupitrul local, fie de la panoul central din camera de comandă.

Operațiile de preungere — pornire — oprire — post gresaj se fac după programări secvenționale.

Personalul de exploatare — întreținere constă din 7 specialiști, inclusiv șeful stației. Lucrările periodice de revizie generală sînt executate în trei schimburi. Aceste lucrări, care necesită scoatarea din funcțiune a celor două agregate sînt executate de personalul stației, completat cu personal similar de la stațiile apropiate și cu specialiștii de la centrul zonal de reparații.

Teritoriul exterior din incinta stației este semănat cu iarbă, care se tunde scurt, astfel încît să nu existe praf la partea de aspirație. Din motive care privesc poluarea sonoră, stația se găsește amplasată la cîțiva kilometri de cea mai apropiată localitate.

Stația a fost realizată în circa patru luni, mai precis în perioada 1 aprilie — 10 august și a costat 3,1 mil. dolari (204$/CP instalat) la nivelul prețurilor din anul 1957.

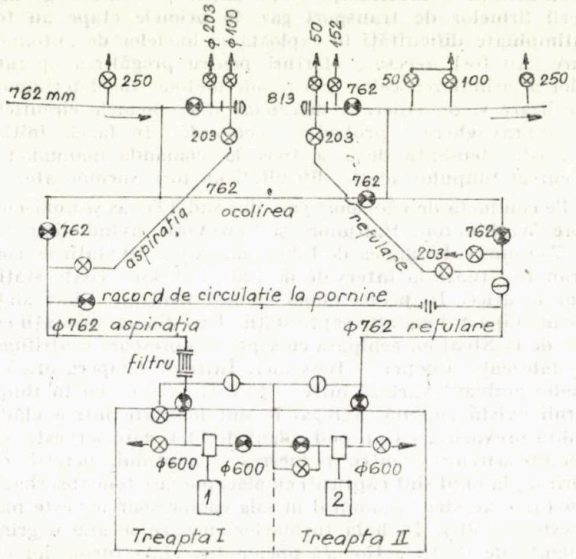


Fig. 1

Pe conducta Houston — New-York de 24 in și 2 253 km, compania Tennessee Gas Pipeline a realizat stația de turbocompresoare Clifford Penna, echipată cu 10 grupuri fabricate de firma Ingersoll-Rand.

Stația a fost realizată în trei etape succesive : anul 1962 (instalarea primelor cinci grupuri), anul 1965 (extindere cu trei grupuri) și anul 1967 (ultimele două grupuri).

Durata construcției pentru faza inițială a fost de 7,5 luni, iar a amplificărilor de 3—4 luni. De-a lungul conductei sînt 24 stații de comprimare situate la intervale de 80 — 105 km.

Compresoarele centrifugale sînt dublu etajate și cuplate în paralel, iar generatoarele de gaze sînt de proveniență Genereal Electric Co.

Temperatura minimă a mediului ambiant este — 40°C, iar altitudinea amplasamentului 428 m.

Parametrii de proiectare și de exploatare ai stației sînt :

	Proiectat	În exploatare
Presiune aspirație, at	55,25	50,75
Presiune refulare, at	70,30	63,7
Temperatură aspirație, °C	15,6	15,6
Debit, m^3/24 ore	$21,4 \cdot 10^6$	$20,5 \cdot 10^6$
Turație maximă, rot/min	19 500	19 190

În mod obișnuit stația funcționează cu cinci grupuri ; patru sînt în rezervă caldă, iar unul în revizie.

Sistemul de protecție antipompaj este conceput pentru toată stația. În general, se urmărește ca grupurile să fie încărcate la sarcina nominală și chiar supraîncărcate pe seama temperaturii exterioare (104,4%). Toate datele privind funcționarea stației sînt transmise la dispeceratul central al conductei, care se află la 245 km de această stație de comprimare.

Obiectivele care alcătuiesc stația de comprimare sînt : hala turbocompresoarelor, corpul de comandă, complex auxiliar (baterie de acumulatori, grup electrogen de rezervă, compresor de aer, tablouri de distribuție energie electrică), atelier și laborator pentru depanări mărunte, grup administrativ cuprinzînd birou (în care sînt montate două înregistratoare pentru presiunea aspirație și refulare), magazie, garaj (cinci autospeciale), stația pentru tratarea apei, stație odorizare parțială, rampe material tubular și locuință pentru două familii.

Durata maxim admisă de întrerupere a curentului de la rețea este de 4 s, iar grupul electrogen intră în sarcină după 8 s. Întreținerea normală se face zilnic timp de 2 ore de către un singur specialist. Prima revizie generală s-a executat după 9 300 ore. Lucrările de revizii sînt realizate de personalul stației și echipa mobilă a centrului din Houston.

Fiecare agregat are pe sanie un tablou local și un panou în camera de comandă, unde mai există și schema sinoptică a întregii stații. Valorile parametrilor de exploatare sînt transmise la intervale de 10 min la dispecerul principal, care analizează și emite decizii. De asemenea, există legătură prin fonie de-a lungul întregii conducte.

Operațiile de pornire-oprire pot fi realizate manual (local), automat din camera de comandă a stației și telecomandat de la dispecerul central. Șeful stației determină și urmărește lunar următorii indicatori :

— costul total al întreținerii, circa 38 079 $;
— costul unui CPh dezvoltat, 0,01064 $/CPh ;
— gradul de utilizare a mașinilor, 65,80% ;
— factorul de încărcare al unei mașini utilizate, 104,43% ;
— coeficient de siguranță al instalației, 96% .
— randament termic, 23,9% ;
— consum gaz combustibil, 3,055 kcal/CPh ;
— debit vehiculat, total ;
— eficiență, 99,59% .

Aceste date sînt centralizate de la toate stațiile apoi tipărite desfășurat și difuzate spre analiză comparativă tuturor stațiilor de pe traseul conductei.

Echipa de întreținere este alcătuită din șapte persoane, din care două asigură operarea permanentă și locuiesc la sediul stației. Acest personal a fost angajat din regiune la începerea montajului, este policalificat în sensul că nu are specializare delimitată. Stația este verificată la fiecare șase luni de un specialist AMC. Periodic se efectuează întreținerea instalațiilor de radio de echipa SERVICE a companiei. Echipa de întreținere a stației supraveghează și execută lucrări de intervenție pe un tronson de conductă adiacent stației, în lungime de 143 km.

Stația de gazomotocompresoare Grand Isle (La) aparținînd grupului Humble Oil din Corporația EXXON și cuprinde patru agregate Cooper-Bessemer și un agregat 12 TVR Ingersoll-Rand. Stația este integrată într-o instalație de chimizare. Compresoarele cu piston sînt în două trepte : trei cilindri formează etajul I și un cilindru este etajul III. Indicatorii stației sînt calculați și urmăriți la sediul central din New-Orleans. Agregatele sînt supravegheate permanent de un muncitor în fiecare schimb, iar echipa de întreținere este alcătuită din 4 persoane.

Exploatarea stațiilor de compresoare cu piston acționate de motoare pe gaze Wankosha, Caterpilar sau cu motorul incorporat nu a ridicat probleme deosebite. În schimb, stațiile de compresoare centrifugale antrenate de turbine cu gaze au generat o serie de probleme tehnice. Primii ani de exploatare ai acestor agregate au fost caracterizați printr-un număr mare de avarii și accidente. Printre defecțiunile mai frecvente se menționează : crăpături în arzătoare, deformarea cămășilor interioare ale camerelor de combustie, fisurarea discurilor rotorice, ruperea paletelor mobile, deteriorarea lagărelor și dispozitivelor de ghidare ale compresoarelor axiale etc. Au survenit situații de deformări sau ruperi cauzate de dezvoltarea fenomenelor de fluaj și a loviturilor calorice combinate cu tensiuni interne (s-au semnalat cazuri de ruperi de palete după 14—15 mii ore de funcționare).

Pentru lichidare s-a acționat în direcțiile .

- îmbunătățirea metodelor și aparaturii de sesizare, transmitere și măsurare a temperaturii la intrarea în turbina de gaze;
- modificarea sistemului de control al vibrațiilor;
- introducerea unor dispozitive de verificare periodică a puterii efective după momentul de torsiune;
- ameliorarea succesivă a filtrelor de aer și a sistemelor de insonorizare;
- schimbarea unor aliaje și oțeluri folosite la manufacturarea componentelor părții calde, așa încît acestea să permită funcționarea pînă la 1 100°C;
- introducerea unor tehnologii noi de prelucrare și control nedestructiv;
- prevederi de filtre de gaze pe aspirația compresoarelor centrifugale.

Treptat, majoritatea dificultăților au fost eliminate așa încît agregatele pot funcționa 8—10 mii ore pînă la prima revizie și au fiabilități de 30 000 ore între reparațiile capitale.

Actualmente, continuă să persiste dificultăți datorate efectelor de piting care se dezvoltă la nivelul suprafeței paletelor compresorului axial de aer și pe paletele turbinei cu gaze de înaltă și joasă presiune. Specialiștii americani au stabilit că particulele fine de praf, avînd dimensiuni de 10 microni sau mai mari, acționează destructiv asupra paletajelor. Acțiunea destructivă depinde nu numai de dimensiuni, ci și de forma, tăria și greutatea specifică a acestora. Deosebit de periculoasă este acțiunea sulfului sau a compușilor acestuia existenți în atmosfera înconjurătoare. Murdăria filtrelor de aer se reflectă negativ în performanțele turbinei. Puterea la axul turbinei este funcție atît de rația de comprimare, cît și de debitul masic al aerului aspirat. Exploatarea continuă a agregatelor este cu mult mai indicată decît cea intermitentă. Pentru gradul de utilizare și de siguranță al utilajelor din stațiile de compresoare sînt întrebuințați indicaorii: factor de încărcare, coeficient de disponibilitate, grad de disponibilitate și fiabilitatea industrială.

V. Distribuția și prețul gazelor naturale

Industria gazieră din Statele Unite este extrem de complexă și implică cîteva mii de producători independenți, de furnizori și numeroase firme ca centre secundare de distribuție. Cu toate că majoritatea cantităților de gaze extrase se află sub controlul unor mari companii, piața este competitivă, întrucît numărul total al unităților producătoare și furnizoare se situează în jur de 6 000. În consecință, acest sector diversificat la nivelul producției, care implică și un număr de consumatori industriali și individuali, constituie un domeniu de interes național și de importanță aparte în strategia economică a prețurilor. Prețul de vînzare al gazului natural constituie un subiect mult discutat în ultimii 50 de ani. Astăzi, prețul mediu al gazelor, în profida escaladărilor survenite pe piața produselor petroliere în urmă cu 10 ani, este cu mult inferior prețului petrolului. În tabelul 6 sînt înfățișate, evolutiv și comparativ, prețurile gazelor și petrolului între anii 1970—1981. Economiștii din cadrul organismelor guvernamentale apreciază că o dereglare a prețului determină creșteri considerabile, urmate de discontinuități ale prețului pentru consumatorii nemijlociți. Pentru o piață complet liberă (fără intervenția statului), în care gazul are posibilitatea de a concura cu alte surse energetice (îndeosebi cu combustibili avînd conținut scăzut de sulf), costul gazului natural este preconizat la circa 70% din al petrolului brut. Susținătorii reducerii decalajului între cele două prețuri afirmă că prețul actual al gazului, menținut artificial scăzut, prezintă numeroase dezavantaje din care se menționează:

— nu se permite reducerea mai accentuată a importurilor de gaze naturale și LNG;
— limitarea extracției și transportului de gaze naturale de către organizațiile profilate pe aceste activități, datorită unor profituri relativ reduse;
— instalațiile de recuperare secundară sau de energie totală sînt realizate aproape, în exclusivitate, pe bază de împrumuturi, întrucît combustibilul este ieftin;
— îmbunătățirea condițiilor de locuit este dificilă și scumpă;
— consumatorii particulari nu sînt suficient încurajați să economisească combustibil, dat fiind costul acceptabil al acestuia.

În prezent, distribuitorii de gaze naturale au atenția concentrată spre identificarea unor noi piețe de desfacere și nu mai sînt preocupați de chestiunea resurselor. În acest sens, sînt analizate toate căile de înlocuire a țițeiului importat cu gaze indigene; pe această linie există decizii și facilități la nivel federal.

Creșterea prețului gazelor naturale ar fi o adevărată încurajare în intensificarea explorării și extracției acestui tip de resursă. Deocamdată, producătorii și distribuitorii de gaze caută ieșiri noi dintr-o situație economică în care consumul de energie crește foarte puțin, ceea ce creează competitivitate pe anumite piețe de combustibil. După o etapă în care consensul general a fost de a utiliza cît mai rațional toate resursele energetice, începe o nouă perioadă în care se intensifică concurența între diferite tipuri de combustibili și energie. În realitate piața de combustibili pe termen lung este afectată de nesiguranță, așa încît optimismul care domină în rîndurile furnizorilor de gaze, în ceea ce privește rezervele, este exagerat și nu se înscrie în cadrul filozofiei generale a politicii energetice actuale.

Chiar dacă în viitorul îndepărtat situația alimentării cu gaze rămîne nesigură, se admite că gazul natural va rămîne disponibil, cel puțin pentru întrebuințarea sa drept materie primă în așa-zise aplicații nobile încă mulți ani. În particular, va constitui, în continuare, materia primă preferată în diferite procese petrochimice.

Totodată, acum există unele firme destul de puternice și influente care își concentrează politica vînzărilor și deci a producției în baza rezultatelor obținute sau anticipate pe termene scurte. Această atitudine este oarecum periculoasă. Pe termen scurt, situația resurselor este relativ confortabilă, dar incertitudinile care continuă să domine viitorul îndepărtat localizează atenția asupra restructurărilor capitale care trebuie legiferate în sectorul energetic, în general, și în industria gazieră, în mod special.

Se poate conchide că situația pe termen scurt are o influență hotărîtoare, chiar excesivă, asupra politicii în perspectivă. În acest context, unii analiști se întreabă dacă această situație nu poate avea o influență ciclică în domeniul energetic.

VI. Alte aplicații ale gazelor naturale

În conjunctura actuală din S.U.A., cînd ultimele descoperiri acreditează certitudini asupra existenței rezervelor, îndeosebi la mare adîncime, adîncimi mult superioare celor anterior acceptate ca fiind probabile, activitatea furnizorilor de gaze naturale este limitată de cerere, iar aceștia sînt în căutare de noi piețe de desfacere. Exceptînd sectoarele tradiționale, în cadrul cărora se depun eforturi pentru menținerea sau eventual majorarea livrărilor, se au în vedere alte întrebuințări posibile pentru a căror materializare, în viitorul apropiat, producătorii de gaze activează alături de beneficiari. Principalele activități în perspectivă includ: sfera transporturilor; combustia mixtă gaz-cărbune; cogenerarea.

- În Statele Unite se confirmă că în transportul rutier gazul natural constituie un carburant cu mult mai economic decît benzina. Compania Ford Motor a realizat studii importante în această problemă și manifestă interes și speranțe legate de carburantul gazos sau dual, spre marea satisfacție a societăților furnizoare de gaze naturale, precum și a Asociației Americane pentru Gaz.

Soluțiile preconizate, deși par satisfăcătoare sub aspect tehnico-economic, ridică probleme serioase de distribuire a gazelor. Analiștii de la Ford Motor Co admit că trecerea autovehiculelor pe carburant gazos sau mixt (gaze-motorină) este limitată. Numărul mijloacelor de transport alimentate cu gaze naturale rămîne restrîns, chiar dacă tehnologiile și necesitățile sînt imperative. Recente previziuni privind consumul de gaze în domeniul transporturilor prevăd extinderi foarte modeste pentru piața gazului natural.

- Pentru respectarea noilor standarde privind limitele de poluare atmosferică se cercetează dezvoltarea centralelor termice cu consum alternativ de cărbune, respectiv gaze natu-

rale. Utilizarea cărbunilor urmează a se efectua în perioadele în care emisia de agenţi poluanţi nu este critică, iar gazele naturale urmează a fi folosite în perioade dificile din acest punct de vedere. Stabilirea fiecărei perioade are la bază nedepăşirea standardelor de poluare stabilite de Departamentul Federal. Cu toate că această soluţie este extrem de atrăgătoare din punct de vedere teoretic, transpunerea în aplicaţii concrete este dificilă şi nu prea viabilă sub aspect economic, datorită instalaţiilor complicate de curăţare-filtrare impuse de întrebuinţarea cărbunilor.

● În scopul creşterii randamentului de utilizare a gazelor naturale în centrale electrice sau de termoficare, sînt concepute scheme de producere simultană a energiei electrice şi aburului (sisteme cogenerative). La început, deosebit de apreciate, astăzi aceste implementări par dificil de realizat, practic din cauza efortului de investiţii foarte ridicat, ceea ce a impus subvenţii guvernamentale, fapt pentru care nu se mai bucură de prea mare interes. Majoritatea soluţiilor sînt justificate pentru beneficiarii şi distribuitorii de gaze naturale, dar sînt discutabile în contextul general al politicii energetice.

Concluzii

Creşterea siguranţei în alimentarea cu ţiţei, survenită în ultimul an, a determinat consecinţe importante asupra strategiei energetice în ansamblu. Reducerea progresivă a activităţii economice, îndeosebi în sectoarele produselor energointensive, împreună cu primele rezultate ale programelor de economisire a combustibililor şi energiei, alături de îmbunătăţirea aprovizionării cu produse petroliere şi descoperirile de noi rezerve datorate forajelor intensive din ultimii ani, au determinat modificarea atitudinii conducerii principalelor firme producătoare de petrol şi gaze. În plus, s-a acreditat ideea că S.U.A. trebuie să fie apte să suporte sistarea importurilor de la furnizorii săi tradiţionali, exceptînd Arabia Saudită, această idee contribuind la crearea unui climat de încredere, lăsînd să se creadă că problema resurselor de energie se află sub control.

În această situaţie, s-au decis numeroase schimbări de obiective direcţionale în ceea ce priveşte crearea combustibililor sintetici, valorificarea prin centrale electrice a şisturilor bituminoase, dezvoltarea energiilor alternative ş.a.

Pe această linie se înscrie recenta decizie a concernului EXXON (una din cele „şapte surori") de a se retrage dintr-un amplu proiect de extragere a şisturilor bituminoase şi nisipurilor asfaltice.

Concomitent, piaţa cărbunelui, care reprezenta un sector de interes general pentru companiile petroliere şi chimice, împreună cu deţinătorii minelor şi producătorii de materii prime, străbate acum o perioadă foarte dificilă, deoarece oferta este net superioară cererii.

În contextul elementelor prezentate, industria gazieră îşi diversifică şi amplifică activităţile în perspectiva participării sale active în secolul următor în economia Statelor Unite.

Bibliografie

[1] * * * Natural Gas in U.S.A. L' industrie au petrole gaz-chimie, aprilie 1983 pag. 68—75.

[2] Revista World Oil, 15 august 1984

[3] Colecţia revistei Oil and gas Journal

[4] Colecţia revistei Flow Line

[5] Корşунов, Е. С., Кушнецов Р. Л., Кортунов, А. К. *Industria de gaze în S.U.A.*

Revista MINE, PETROL şi GAZE este editată de Oficiul de informare documentară pentru industria minieră, Bucureşti, Calea Victoriei 220, sector I, cod. 71104, C.P. 22—146, telefon 59.29.75.

Tiparul: Întreprinderea poligrafică „Informaţia" str. Brezoianu nr. 23—25, Bucureşti, c. 1139

Preţul: 13 lei/exemplar

Corector: Cornelia Popa

Grafica: A. Socaciu

MŰSZAKI INFORMÁCIÓS INTÉZET KÖNYVTÁRA 1983

MINISTERUL PETROLULUI

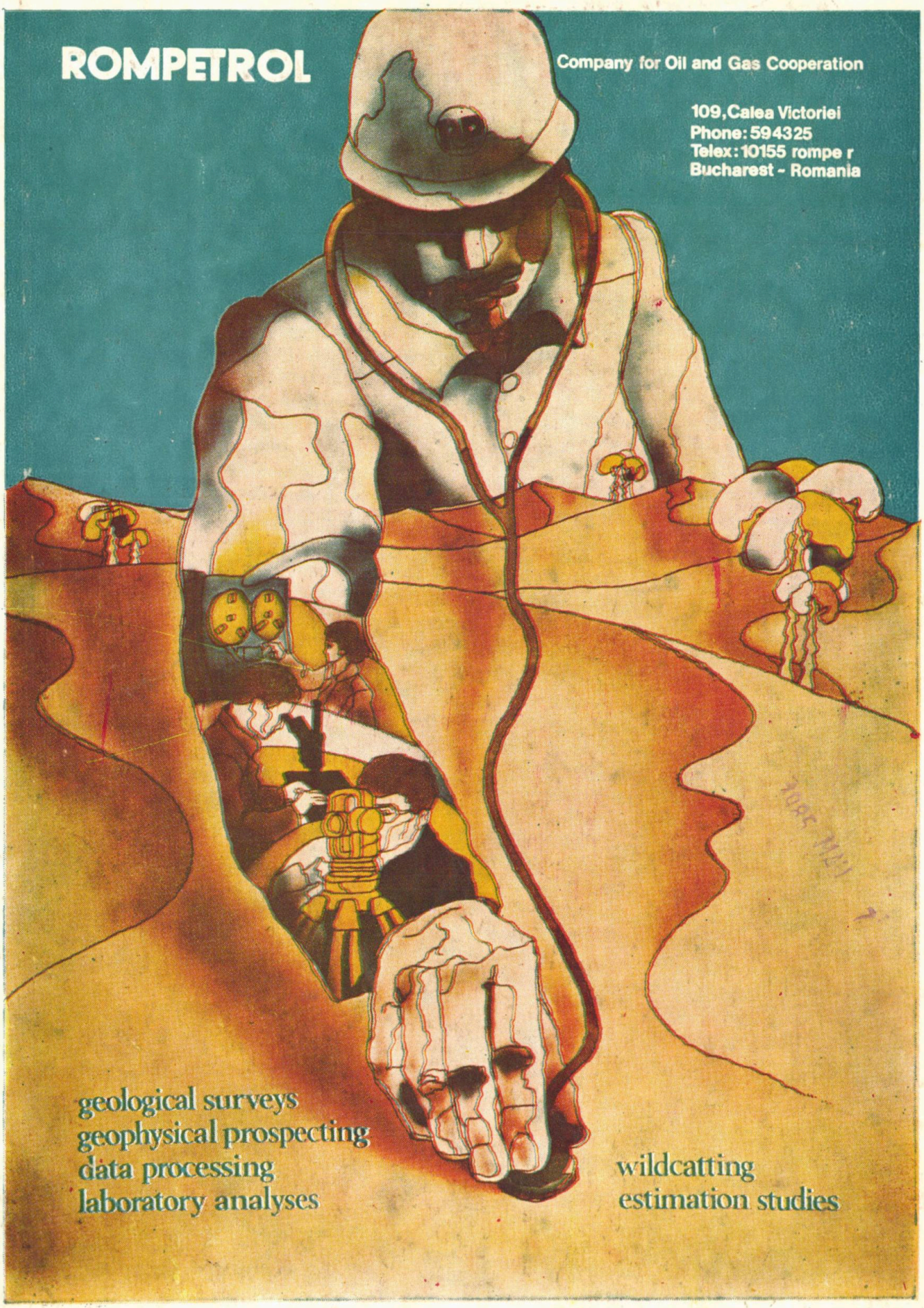
INTREPRINDEREA DE REPARATII UTILAJ ELECTRIC AUTOMATIZĂRI SI RADIOCOMUNICATII

EXECUTĂ:

- Confecţii de echipamente electrice, prefabricate de forţă, distribuţie, automatizări şi radiocomunicaţii specifice industriei petroliere.
- Reparaţii de motoare, transformatoare, aparataje electrice
- Reparaţii şi confecţii de scule de foraj extracţie
- Activitate de service în legătură cu aceste activităţi

I.R.U.E A.R. CÎMPINA
Str. BOBÎLNA nr. 44, jud. PRAHOVA
Telex 19625, telefon 973/35751, 35781, 36071.

RUEAR


ROMPETROL
Company for Oil and Gas Cooperation
109, Calea Victoriei
Phone: 594325
Telex: 10155 rompe r
Bucharest - Romania
geological surveys
geophysical prospecting
data processing
laboratory analyses
wildcatting
estimation studies

E 1445

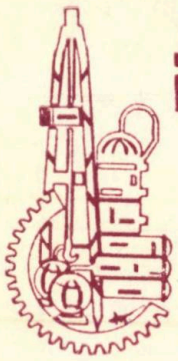
66

MINE
PETROL
GAZE

BUCUREŞTI — ROMÂNIA * Vol. 36, mai 1985

5

INSTITUTUL DE PETROL SI GAZE



Bd. Bucureşti nr. 39 P.O.Box 10
Tel. 42279
2000 Ploieşti
ROMANIA

- *FACULTATEA DE FORAJUL SONDELOR ŞI EXPLOATAREA ZĂCĂMINTELOR DE PETROL ŞI GAZE.*
- *FACULTATEA DE TEHNOLOGIA ŞI CHIMIZAREA PETROLULUI ŞI GAZELOR*
- *FACULTATEA DE UTILAJ TEHNOLOGIC*

SECŢIA: INGINERI ZI - CINCI ANI
INGINERI SERAL - ŞASE ANI
SUBING. SERAL - PATRU ANI

INSTITUTUL DE PETROL SI GAZE ACORDA TITLUL DE SUBINGINER, INGINER SI DOCTOR INGINER.

I.P.G. SPECIALIZEAZA INGINERI DIN TARA SI DE PESTE HOTARE IN DOMENIILE: INGINERIE DE ZACAMINT; EXTRACTIA PETROLULUI; CONSTRUCTIA SI EXPLOATAREA UTILAJULUI PETROLIER PENTRU FORAJ SI EXTRACTIE; INGINERIA PROCESELOR PETROLIERE SI PETROCHIMICE.

INSTITUTUL ACORDA PRIN PERSONALUL DIDACTIC ASISTENTA TEHNICA DE SPECIALITATE UNITATILOR INDUSTRIALE, DE CERCETARE SI DE INVATAMINT SUPERIOR.

petroleum

PETROLEUM AND GAS INSTITUTE AWARDS THE TITLE OF ENGINEER AND THE DOCTORATE DEGREE.

THE INSTITUTE ORGANIZES AND PROVIDES THE FOLLOWING POST GRADUATE UNIVERSITY COURSES AND SPECIALIZATION: PETROLEUM RESERVOIR ENGINEERING; PETROLEUM PRODUCTION AND RECOVERY; EQUIPMENT FOR REFINERIES AND PETROCHEMICAL PLANTS; EQUIPMENT FOR DRILLING AND PRODUCTION; ENGINEERING OF PETROLEUM AND PETROCHEMICAL PROCESSES.

THE INSTITUTE GRANTS TECHNICAL ASSISTENCE TO INDUSTRIAL UNITS, RESEARCH CENTERS AND HIGHER EDUCATION INSTITUTES.

IS TRAINING ENGINEERS IN PETROLEUM, CHEMISTRY AND MECHANICAL FIELDS BY THE FOLLOWING FACULTIES

- *FACULTY OF PETROLEUM AND GASES DRILLING AND PRODUCTION*
- *FACULTY OF PETROLEUM REFINING AND PETROCHEMICAL ENGINEERING*
- *FACULTY OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT* • PETROLEUM DOMAIN •

PETROLEUM AND GAS INSTITUTE

MINE, PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR ŞI MINISTERULUI PETROLULUI

ANUL XXXVI

Nr. 5 1985

CUPRINS

Mara, E., Vasile, Gh. **Perforatoare hidraulice folosite în roci tari şi foarte tari** 213

Popescu, Al., Kruk, A., Pop, G. **Recomandări sub aspect geomecanic privind alegerea susţinerii galeriilor de deschidere a zăcământului Izvorul Roşu** 217

Petrescu, G., Păsărin, C., Plăvicheanu, D., Ilincioiu, D. **Un nou tip de susţinere metalică a galeriilor. Consideraţii teoretice şi experimentale** 222

Constantinescu, I. **Corectarea formulei de calcul a puterii motorului de antrenare a morilor cu bile** 226

Iga, V. **Brigăzile mixte (complexe), formă superioară de organizare a muncii la lucrările miniere din subteran** 231

Iordache, G. **Calculul complet pentru cimentarea unei coloane cu diametrul de 3 950 mm folosite în scopuri miniere (II)** 233

Minescu, Fl., Creţu, I. **Propagarea undelor de presiune în canale capilare şi fisuri (II)** 241

Stănăringă, N., Dona, Gh., Marin, Gh. **Experimente de injecţie ciclică şi continuă de apă în zăcământul supra-Kliwa din blocul III a de la Frumoasa** 247

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. **VASILE SCRIPĂŢ**, preşedinte ; dr. ing. **GHEORGHE ALDEA** ; ing. **ŞTEFAN BENEA** ; dr. geol. **IOSIF BERCIA** ; ing. **TEODOR BORU** ; dr. ing. **GHEORGHE DONŢOV DANU** ; dr. ing. **IANCU GEANGĂLĂ** ; dr. ing. **FLOREA NEAGU** ; ing. **NICOLAE PANTILIE** ; **ELENA VRĂNCEANU**, redactor.

REZUMATE

C.Z. 622.234.5 : 622.02

Mara, E., Vasile, Gh. *Perforatoare hidraulice folosite în roci tari şi foarte tari*

După un scurt istoric, în lucrare se face o clasificare a perforatoarelor hidraulice existente pe plan mondial şi se analizează factorii care fac ca perforatoarele hidraulice să fie superioare celor pneumatice. Se prezintă, de asemenea, cîteva preocupări din ţara noastră pe această linie.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 5, 1985

C.Z. 622.26 : 622.281

Popescu, Al., Kruk, A., Pop, G. *Recomandări sub aspect geomecanic privind alegerea susţinerii galeriilor de deschidere a zăcământului Izvorul Roşu*

Autorii prezintă modul complex de interpretare a datelor oferite de forajele de cercetare geologică şi a rezultatelor încercărilor de rezistenţă efectuate în laborator, în scopul prognozei comportării „in situ" a diferitelor formaţiuni de roci înconjurătoare ale zăcământului Izvorul Roşu (jud. Bistriţa-Năsăud). Pe această bază se fac recomandări asupra modului de susţinere a galeriilor de deschidere a zăcământului respectiv.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 5, 1985

C.Z. 622.281.5 : 622.261 : 622.332

Petrescu, G., Păsărin, C., Plăvicheanu, D., Ilincioiu, D. *Un nou tip de susţinere metalică a galeriilor. Considerente teoretice şi experimentale*

În vederea înlăturării deformaţiilor mari ale structurilor de profile metalice laminate, autorii prezintă un nou tip de susţinere metalică a galeriilor de lignit, bazată, în principal, pe suprapunerea profilelor metalice, articulaţii şi asamblare cu bride ale elementelor, redau calculul capacităţii portante, aplicarea noului tip de susţinere şi rezultatele experimentale.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 5, 1985

C.Z. 622.735 : 621.4

Constantinescu, I. *Corectarea formulei de calcul a puterii motorului de antrenare a morilor cu bile*

Pentru calculul puterii motorului de antrenare a morilor cu bile care funcţionează în regim de cascadă, literatura de specialitate recomandă o formulă de calcul pe care autorul articolului consideră că trebuie să o corecteze cu încă un termen ce reprezintă momentul rezistent ce se opune tendinţei de rotaţie a morii.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 5, 1985

C.Z. 622.272 : 658.387

Iga, V. *Brigăzile mixte (complexe), formă superioară de organizare a muncii la lucrările miniere din subteran*

În lucrare autorul demonstrează că formarea de brigăzi complexe contribuie, prin efectele sale, la o mai bună organizare a forţei de muncă în activitatea din subteran. ceea ce are ca efect creşterea productivităţii muncii şi a cantităţii de minereu extras.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 5, 1985

C.Z. 622.245.4 : 622.241.5

Iordache, G. *Calculul complet pentru cimentarea unei coloane cu diametrul de 3 950 mm folosite în scopuri miniere* (II)

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 5, 1985

C.Z. 622.834.2

Minescu, Fl., Creţu I. *Propagarea undelor de presiune în canale capilare şi în fisuri* (II)

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 5, 1985

C.Z. 622.326 : 622.32

Stănăringă, N., Dona, Gh., Marin, Gh. *Experimente de injecţie ciclică şi continuă de apă în zăcământut supra-Kliwa din blocul III a de la Frumoasa*

Autorii prezintă performanţele exploatării zăcământului supra-Kliwa din blocul III-*a*, modul de constituire a panourilor de injecţie, evoluţia sondelor din panouri şi evaluarea experimentelor.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 5, 1985

CONTENTS

C.Z. 622.234.5 : 622.02

Mara, E., Vasile, Gh. *Hydraulic drills for hard and very hard rocks*

After a short historical presentation a classification of the hydraulical drills available worldwide is made in the paper. Also the reasons which make the hydraulic drills to be superior to the pneumatic ones are reviewed. Recent developments made in our country in this field are presented as well.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 5, 1985

C.Z. 622.26 : 622.281

Popescu, Al., Kruk, A., Pop, Gh. *Geomechanically- based recommendations regarding the choice of the development roadway supports for the Izvorul Rece deposit*

The authors present the complex way in which the data gathered from exploration drill holes and from the results of the laboratory resistance tests are evaluated in order to forecast the in situ behaviour of the different enclosing rocks formations of the Izvorul Rece deposit (Bistriţa-Năsăud district). On this basis recommendations are made regarding the supports type to be used in the development roadways of the respective deposit.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 5, 1985

C.Z. 622.281.5 : 622.261 : 622.332

Petrescu, G., Păsărin, C., Plăvicheanu, D., Ilincioiu, D. *A new type of roadway steel support. Theoretical and experimental considerations*

In order to avoid large deformations of the rolled steel structures the authors present a new type of roadway steel support for the lignite mines, based mainly upon the overlapping of the steel profiles, hinges and butt strap joints, together with the calculation of the yield capacity, the application of the new type of support and the test results.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 5, 1985

C.Z. 622.735 : 621.4

Constantinescu, I. *Correction of the calculation formula of the ball mill driving motor power*

In order to calculate the driving motor power of the ball mills working in cascade the related literature recommends a calculation formula, which the author of the paper suggests to be corrected with yet another term representing the resistant moment opposing the rotation trend of the mill.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 5, 1985

C.Z. 622.272 : 658.387

Iga, V. *Mixed (complex) teams — superior work organization form in underground mining*

In the paper the author demonstrates that the complex teams contribute to the improvement of the labour force organization in the underground activity, bringing along the increase of the work efficiency and of the quantity of mined ore.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 5, 1985

C.Z. 622.245.4 : 622.241.5

Iordache, G. *Complete calculation of the cementation of a 3950 mm diameter casing string* (II)

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 5, 1985

C.Z. 622.834.2

Minescu, Fl., Crețu, I. *Propagation of the pressure waves in the capillary channels and fractures* (II)

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 5, 1985

C.Z. 622.526 : 622.32

Stănăringă, N., Dona, Gh., Marin, Gh. *Cyclic and continuous water injection tests in the super-Kliwa of the third block of Frumoasa*

The authors present the performances reached in working the super-Kliwa deposit of the third block, the way of building up the injection panels, the development of the wells in the panels and the test results.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 5, 1985

СОДЕРЖАНИЕ

C.Z. 622.234.5: 622.02

Мара, Е., Василе, Г. *Гидравлические перфораторы, используемые в твёрдых и очень твёрдых породах*

После краткой истории, в работе показана классификация гидравлических перфораторов, находящихся на мировом плане, и анализируются те факторы, которые придают им преимущество над пневматическими, тоже предъявлено несколько ориентировок в этом направлении.

Ключевые слова: гидравлические перфораторы, твёрдые и очень твёрдые породы, факторы.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 5, 1985

C.Z. 622.26: 622.281

Попеску, Ал., Крук, А., Поп, Г. *Рекомендации геологического типа, касающиеся выбора крепей для раскрышных выработок месторождения Изворул Рошу*

Авторы предъявляют комплексную модель интерпретации накопленных данных геологоразвёдочным бурением и результатов испытания твёрдости, осуществлённого в лабораториях в целях прогнозирования проведения in situ разных образований вмещающих пород месторождения Изворул Рошу (уезд Бистрица Нэсэуд). На этой основе сданы рекомендации о способе крепления раскрышных выработок данного месторождения.

Ключевые слова: выбор крепей, раскрышные выработки, комплексная модель, испытание, прогнозирование, рекомендации, месторождение.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 5, 1985

C.Z. 622.281.5: 622.261: 622.332

Петреску, Г., Пэсэрин, К., Плэвикеану, Д., Илинчою, Д. *Новый тип металлической крепи для штреков. Теоретические и опытные соображения*

Для избежания больших деформаций структур прокатных металлических профилей, авторы предъявляют новый тип металлической крепи для выработок в лигните, в основном, основанный на наложение металлических профилей, на соединение и сборку с хомутами элементов, предъявляют также расчёт несущей способности и результаты опытного использования нового типа крепи.

Ключевые слова: металлическая крепь, деформации, выработки в лигните, соединение, несущая способность, результаты.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 5, 1985

C.Z. 622.735: 621.4

Константинеску, И. *Корректировка расчётной формулы мощности приводного двигателя шаровых мельниц*

Для расчёта мощности приводного двигателя шаровых мельниц, работающих в каскадном режиме, литература рекомендует расчётную формулу, которую автор считает необходимо корректировать ещё одним термином, предоставляющим собой сопротивляющий момент к тенденции вращения мельниц.

Ключевые слова: расчётная формула, приводной двигатель, шаровые мельницы, каскадный режим, сопротивляющий момент.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 5, 1985

C.Z. 622.272 : 658.387

Ига, В. *Комплексные бригады — совершённая форма организации труда в шахтных выработках*

Автор продемонстрирует, что комплексная бригада, её последствиями, способствует лучшей организации рабочей силы в подземной работе, одновременно способствуя повышению производительности труда и количества добываемой руды.

Ключевые слова: комплексная бригада, организация труда, шахтные выработки, повышение, производительность труда.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 5, 1985

C.Z. 622.245.4: 622.241.5

Иордаке, Г. *Полный расчёт для цементирования колонн диаметров 3950 мм, используемых в шахтных целях (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 5, 1985

C.Z. 622.834.2

Минеску, Фл., Крецу, И. *Распространение волн давления в капилярные каналы и трещины* (II)

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 5, 1985

C.Z. 622.326 :622.32

Стэнэрынгэ, Н., Дона, Г., Марин, Г. *Опыт циклического и постоянного нагнетания воды в месторождение* supra-Kliwa, *блока III а Фрумоаса*

Авторы показывают достижения эксплуатации месторождения supra-Kliwa панеля III *а*, эволюцию буровых скважин панелей и оценку опытов.

Ключевые слова: опыт, нагнетание воды, месторождение, оценка.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 5, 1985

SOMMAIRE

C.Z. 622.234.5 : 622.02

Mara, E., Vasile, Gh. *Perforatrices hydrauliques pour des roches dures et très dures.*

Après un bref historique, on fait dans l'ouvrage une classification des perforatrices hydrauliques existentes sur plan mondial et on analyse les facteurs qui font que celles-ci soient supérieures aux perforatrices pneumatiques. On présente aussi quelques préoccupations dans ce domaine dans notre pays.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 5, 1985

C.Z. 622.26 : 622.281

Popescu, Al., Kruk, A., Pop, C. *Recommandations sous aspect géoméchanique concernant le choix des soutènements des fendues en fonçage du gisement Izvorul Roşu*

Les auteurs présentent la manière complèxe d'interprétation des dates offertes par les forages de recherche géologique et des résultats des épreuves de résistance effectuées dans le laboratoire, en vue de la prognose du comportement „in situ" des différentes formations de roches encaissantes du gisement Izvorul Roşu (dép. Bistriţa Năsăud). Conformément à celui-ci on fait des recommandations sur la manière de soutenir les fendues en fonçage du gisement réspectif

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 5, 1985

C.Z. 622.281.5 : 622.261 : 622.332

Petrescu, G., Păsărin, C., Plăvicheanu, D. Ilincioiu, D. *Un nouveau type de soutènement métallique des galeries. Considérations théoriques et experimentales*

En vue de l'élimination des déformations de grandes dimensions des structures des profils métalliques laminés, les auteurs présentent un nouveau type de soutènement métallique des galeries de lignite, basé, essentiellement, sur la superposition des profils métalliques, sur les articulations et l'assemblage à l'aide des brides des élements, présentent le calcul de la capacité portante, l'application du nouveau type de soutènement et les resultats expérimenteaux.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 5, 1985

C.Z. 622.735 :621.4

Constantinescu, I. *La coréction de la formule de calcul de la puissance du moteur d'entrainement des moulins à billes*

Pour le calcul de la puissance du moteur d'entrainement des moulins à billes qui fonctionnent en régime de cascade, la littérature de spécialité recommande une formule de calcul qui, selon l'opinion de l'auteur, doit être corrigée, en ajoutant encore un terme qui représente le moment de la résistance qui s'oppose à la tendence de rotation du moulin.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 5, 1985

C.Z. 622.272 : 658.387

Iga, V. *Les brigades mixles (complèxes), forme supérieure d'organisation du travail dans les ouvrages minières souterraines*

L'auteur demontre dans l'article que la formation des brigades complèxes contribue, par ses effects, à une meilleure organisation de la force de travail dans l'activité en souterrain, ce qui mène à l'augmentation de la productivité du travail et de la quantité de minerais extraite.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 5, 1985

C.Z. 622.245,4 : 622.241.5

Iordache, G. *Calcul complèt pour la cimentation d'une colonne au diamètre de 3 950 mm, utilisée pour des buts miniers (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 5, 1985

C.Z. 622.834.2

Minescu, Fl., Creţu, I. *La propagation des ondes de pression dans les canaux capilaires et dans les fissures* (II)

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 5, 1985

C.Z. 622.326 : 622.32

Stănăringă, N., Dona, Gh., Marin, Gh. *Experiments d'injection cyclique et continue d'eau dans le gisement supra-Kliwa du bloc IIIa de Frumoasa*

Les auteurs présentent les performances de l'exploitation du gisement supra-Kliwa du bloc III a, le moyen de constitution des panneaux d'injection, l'évolution des puits des panneaux et l'evaluation des experiments.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 5, 1985

INHALT

C.Z. 622.234.5 : 622.02

Mara, E., Vasile, Gh. *Hydraulische Bohrer für harte und sehr harte Gesteine*

Nach einer kurzen historischen Vorstellung, wird in dem Artikel eine Klassifizierung der hydraulischen Bohrer weltweit durchgeführt und die Gründe der Superiorität der hydraulischen Bohrer gegenüber die Luftbohrer werden angegeben. Vorgestellt werden auch einige Entwicklungen in diesem Bereich in unserem Lande.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 5, 1985

C.Z. 622.26 : 622.281

Popescu, Al., Kruk, A., Pop, Gh. *Geomechanisch begründeten Empfehlungen betreffend die Wahl des Ausrichtungsstreckenausbaus für die Lagerstätte Izvorul Roşu*

Die Verfasser stellen die komplexe Auswertung der durch die geologische Untersuchungsbohrungen und die im Labor durchgeführten Festigkeitsversuche angebotenen Angaben, zwecks der Vorsage des in situ Verhaltens verschiedener Nebengesteinformationen der Izvorul Roşu Lagerstätte (Kreis Bistriţa Năsăud), vor.Auf dieser Grundlage werden Empfehlungen über die Ausbauweise der Ausrichtungsstrecken der genannten Lagerstätte.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 5, 1985

C.Z. 622.281.5 : 622.261 : 622.332

Petrescu, G., Păsărin, C., Plăvicheanu, D., Ilincioiu, D. *Ein neues Typ von Stahlstreckenausbau. Theoretische und experimentelle Betrachtungen*

Zwecks der Vermeidung der grossen Verformungen bei der gewalzten Stahlprofile, stellen die Verfasser ein neues Typ von Stahlausbau für die Braunkohlenstrecken, welches hauptsächlich auf die Überlappung der Stahlprofile, Gelenke und Verbindungslaschen sich basiert, vor. Gleichzeitig werden die Rechnung der Ausbaukraft, die Anwendung des neuen Ausbautypes und die experimentelle Ergebnisse vorgestellt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 5, 1985

C.Z. 622.735 : 621.4

Constantinescu, I. *Korrektur der Rechnungsformel der Antriebsmotorleistung der Kugelmühlen*

Für die Rechnung der Leistung des Antriebsmotors der im Kaskadenbetrieb arbeitenden Kugelmühlen, empfehlt die Fachliteratur eine Rechnungsformel, welche- meint der Verfasser – durch noch ein Glied korrigiert werden soll, u. zwar das Widerstandsmoment, welches der Drehungstendenz der Mühle entgegensteht.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 5, 1985

C.Z. 622.272 : 658.387

Iga, V. *Die komplexe Mannschaften – verbesserte organisatorische Arbeitsform für die untertägigen Arbeiten*

In dem Artikel weist der Verfasser nach, dass die Bildung von komplexen Mannschaften, durch ihre Wirkungen, zu einer besseren Organisation der Arbeitskraft untertage beiträgt und die Erhöhung der Arbeitsproduktivität und der gewonnenen Erzmenge als Folge hat.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 5, 1985

C.Z. 622.245,4 : 622.241.5

Iordache, G. *Die komplette Berechnung für die Einzementierung einer Rohrfahrt mit einem Durchmesser von 3950 mm (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 5, 1985

C.Z. 622.834.2

Minescu, Fl., Creţu, I. *Die Fortpflanzung der Druckwellen in den Kapillarkanalen und Rissen (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 5, 1985

C.Z. 622.326 : 622.32

Stănăringă, N., Dona, Gh., Marin, Gh. *Experimente von zyklischem und ständigem Wassereinpressen in der super-Kliwa Lagerstätte des 3. Blocks von Frumoasa*

Die Verfasser stellen die Ergebnisse der Gewinnung bei der super-Kliwa Lagerstätte des 3. Blocks, die Bildungsweise der Einpressenabschnitte, die Entwicklung der Bohrungen in den Abschnitten und die Auswertung der Experimente, vor.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 5, 1985

Revista MINE, PETROL şi GAZE este editată de Oficiul de informare documentară pentru industria minieră, Bucureşti, Calea Victoriei 220, sector I, cod 71104, C.P. 22–146, telefon 59.29.75.
Tiparul: Întreprinderea poligrafică „Informaţia" str. Brezoianu nr. 23–25, Bucureşti, c. 1217

Preţul: 13 lei/exemplar

Corector: Cornelia Popa

Grafica: A. Socaciu

c. 1217

43103

Perforatoare hidraulice folosite în roci tari şi foarte tari

Dr. ing. E. Mara
Institutul de învăţămînt superior Baia Mare
ing. Gh. Vasile
Centrala minereurilor Baia Mare

Introducere

Tăria şi abrazivitatea mare a rocilor din zăcămintele de minereuri fac ca, la nivelul actual de dezvoltare a tehnicii, unicul procedeu de tăiere eficient la aceste zăcăminte să fie cel cu explozivi. În cazul acestui procedeu, perforarea găurilor de mină reprezintă una din operaţiile de bază atît la săparea lucrărilor miniere de deschidere şi pregătire, cît şi în abataj.

Perforatoarele folosite pe scară largă — pînă nu de mult — au fost cele pneumatice, care azi, după o perioadă de 100 de ani de la apariţie, au ajuns aproape la apogeul dezvoltării şi perfecţionării lor, motiv pentru care în ultima perioadă, pe plan mondial, a apărut o nouă tehnică, mult mai eficientă şi anume aceea a perforatoarelor hidraulice.

Prima încercare de utilizare a energiei hidraulice pentru acţionarea perforatoarelor a fost făcută în anul 1876 de către specialistul german Brandt, care a conceput şi realizat un perforator acţionat cu apă sub presiune, folosit pentru roci moi.

Primul mecanism percutor acţionat hidraulic a fost conceput de către cercetătorul român G. Constantinescu în *Teoria sonicităţii* publicată la Londra în 1916. Acest mecanism este format dintr-un piston percutor montat între două arcuri tensionate.

În anii douăzeci ai secolului nostru, în Stafford—Anglia, Dorman a fabricat un alt perforator hidraulic, fără a obţine rezultate deosebite.

Dezvoltarea largă a acţionărilor hidrostatice, pe lîngă perfecţionarea elementelor componente (pompe, motoare, elemente de comandă şi reglare, conducte pentru presiuni înalte etc.), a condus — prin fabricarea în serie mare — la reducerea preţurilor acestora. Aşa se explică faptul că următoarele încercări de a realiza perforatoare hidraulice încep în anii 1960.

Ch. Bill în *Electrificarea minelor în subteran*, lucrare apărută în anul 1963, descrie un perforator hidraulic uşor, fabricat de firma suedeză Wedholms, denumit Hidrobas, care funcţionează cu ulei sub presiunea de 90—120 bar. Rezultatele obţinute cu acest perforator au fost promiţătoare.

În anul 1962, Suteliffe — în Anglia — a construit un perforator hidraulic pentru Naţional Coal Board, care prin performanţele şi rentabilitatea sa a deschis calea cercetării şi aplicării perforatoarelor hidraulice în industria minieră mondială.

Majoritatea patentelor importante au fost înregistrate între anii 1961—1968. Tot în această perioadă s-au realizat principalele linii directoare în ce priveşte dezvoltarea perforatoarelor hidraulice. Azi toate firmele mari — cu tradiţie în utilaj de perforare — Alimak, Atlas-Copco, Boart, Böhler, Gardner Denver, Ingersoll Rand, Krupp, Montabert, Salzgitter, Secoma, Tamrock etc. fabrică perforatoare hidraulice.

Clasificare din punct de vedere constructiv

Literatura de specialitate tratează sumar problema clasificării din punct de vedere constructiv, limitîndu-se la prezentarea scurtă a unor tipuri de perforatoare şi a rezultatelor obţinute cu acestea.

După principiul de funcţionare, perforatoarele hidraulice utilizate în roci tari şi foarte tari, în mod asemănător cu cele pneumatice, sînt percutante şi rotopercutante.

Spre deosebire de perforatoarele pneumatice, perforatoarele hidraulice percutante nu au căpătat o utilizare largă; în general sînt uşoare, fiind destinate să lucreze pe coloane telescopice, la perforarea manuală. Constructiv, sînt formate dintr-un mecanism de percuţie acţionat hidraulic şi un mecanism de rotire cu clicheţi, acţionat de pistonul percutor, la cursa pasivă.

Perforatoarele hidraulice rotopercutante, în mod asemănător cu cele pneumatice, sînt alcătuite dintr-un mecanism de rotire şi un mecanism de percuţie acţionate independent, ceea ce permite reglarea parametrilor de lucru în funcţie de duritatea rocii şi asigură o mare eficacitate.

Mecanismul de rotire, în toate cazurile, este format dintr-un motor hidrostatic şi reductorul aferent. Acest sistem permite reglarea continuă a cuplului şi a numărului de rotaţii. Construcţiile actuale au valori cuprinse între 7—240 daNm pentru cuplu de rotire, 200—400 rot/min pentru frecvenţă, la presiuni de alimentare între 40—170 bar şi debite de 24—90 l/min.

În ce priveşte sistemul de percuţie, soluţiile constructive sînt multiple, fiecare firmă constructoare încercînd să pună la punct o variantă proprie. În cazul cel mai general, sistemul de percuţie este format din mecanismul de admisie, mecanismul de distribuţie şi mecanismul percutor format dintr-un motor hidraulic, liniar cu piston liber. Pe lîngă aceste mecanisme de bază, perforatoarele pot fi dotate cu unul

sau două amortizoare de presiune hidropneumatice.

Energia de percuție are valori de 10—35 daNm la frecvențe cuprinse între 1 500—6 000 lovituri/min. Debitele de alimentare sînt de 40—120 l/min la presiuni de 100—200 bar.

În majoritatea cazurilor, perforatoarele hidraulice nu au un mecanism de admisie propriu, ci sînt alimentate prin distribuitoare hidraulice obișnuite, montate pe pupitrul de comandă al instalației de perforare.

În funcție de mecanismele de distribuție, perforatoarele hidraulice se împart în trei grupe: cu distribuitoare cu sertăraș, cu distribuitoare rotative, cu distribuție prin piston.

Distribuitoarele cu sertăraș pot fi acționate hidraulic sau hidromecanic. Poziția sertărașului poate fi în fața pistonului (perforatorul Alimak), în spatele pistonului (perforatorul Montobert) sau lateral (perforatorul Secoma).

Distribuitoarele acționate hidromecanic (într-un sens hidraulic, în celălalt mecanic, de piston sau tija pistonului) sînt amplasate coaxial cu pistonul, cele acționate hidraulic sînt amplasate lateral. Caracteristic distribuitoarelor cu sertăraș este faptul că sînt comandate de poziția pistonului, cele acționate hidromecanic au frecvența de comutare pînă la 3 400 lovituri/min, iar cele acționate hidraulic pînă la 6 700 lovituri/min. Reglarea frecvenței se poate face prin reglarea debitului de alimentare a mecanismului percutor.

Distribuitoarele rotative pot fi de formă cilindrică (perforatoarele sovietice) sau disc (perforatorul Böhler). Acționarea lor se face de la un motor hidraulic propriu sau de la motorul hidraulic al mecanismului de rotire al sfredelului.

Un avantaj al acestor distribuitoare este faptul că pot fi prevăzute cu mai multe orificii de admisie, respectiv de evacuare, care comută toate în același timp, creînd astfel o suprafață mare de trecere a lichidului și reduce pierderile de presiune. Reglarea frecvenței se poate face în limite largi, între 2 000—6 000 lovituri/min.

La distribuția prin piston, închiderea și deschiderea orificiilor de admisie și evacuare se face de către pistonul percutor. O singură firmă, Ingersoll Rand, produce asemenea perforatoare, la care frecvența percuțiilor ajunge la 9 600 lovituri/min. Alimentarea se face cu un ulei special cu grad mare de compresibilitate, sistemul fiind foarte sensibil la modificarea parametrilor sursei de alimentare.

Exploatarea perforatoarelor hidraulice

Cu cîteva excepții (perforatoare percutante), toate perforatoarele hidraulice sînt de construcție grea, între 80—450 daN, ceea ce impune ca ele să lucreze pe mecanisme de avans montate pe instalații de perforare. Alimentarea lor cu energie hidraulică se face de la grupul hidraulic al instalației, ce asigură energia hidraulică atît pentru mecanismul de avans, cît și pentru restul comenzilor hidraulice ale instalației. Puterea instalată pentru un perforator variază între 22—50 kW.

Faptul că fiecare perforator are minimum două motoare hidraulice, mecanismul de rotire și mecanismul percutor, care lucrează aproape întotdeauna la presiuni diferite, impune ca sistemul de alimentare să fie de tip multigenerator, format din minimum două pompe.

În ce privește schema hidraulică de alimentare, nu este o lege generală, fiecare firmă a rezolvat această problemă cu soluții proprii, făcînd parte integrantă din căruciorul de perforare pe care este montat perforatorul.

Același perforator poate fi alimentat după diferite scheme, fiind montat pe diferite cărucioare.

Unele sisteme asigură o reglare manuală a parametrilor de lucru ai perforatorului; sînt sisteme care reușesc să realizaze o corelare continuă, automată, între parametrii de lucru ai perforatorului și ai mecanismului de avans, în scopul obținerii unui randament maximal perforării în funcție de caracteristicile rocii.

Ca fluide hidraulice, în majoritatea cazurilor, se folosesc uleiuri hidraulice obișnuite, utilizate la acționări hidraulice. Dacă perforatorul lucrează în mediu grizutos, se utilizează lichide hidraulice greu inflamabile.

Pentru răcirea lichidului de lucru se folosesc schimbătoare de căldură în care circulă apa de spălare a găurilor.

Comparație între perforatoarele hidraulice și cele pneumatice

La Congresul minier mondial din anul 1972 au fost prezentate mai multe lucrări din domeniul perforatoarelor hidraulice în care s-a arătat că eficiența economică a perforatoarelor integral hidraulice este mai mare decît la perforatoarele pneumatice.

Lucrările de cercetare și experimentare au continuat; din rezultatele lor se conturează clar avantajele economice și ergonomice ale perforatoarelor hidraulice, față de perforatoarele pneumatice. Avantajele principale constau în: consum de energie mai redus pe unitatea de volum a găurii; viteze de perforare cu 50—150% mai mari; durata de viață a tăișului mai mare; fiabilitate mai mare și cost de întreținere mai redus; condiții mai bune de lucru în locul de muncă.

Perforatoarele hidraulice au însă un cost mai ridicat, necesită un grup hidraulic în apropierea frontului de lucru, iar personalul de deservire trebuie să posede o calificare corespunzătoare.

Analizînd factorii care asigură avantajele esențiale ale perforatoarelor hidraulice față de

perforatoarele pneumatice, se constată următoarele:

Reducerea consumului de energie se realizează prin creşterea randamentului la perforatoarele hidraulice faţă de perforatoarele pneumatice. Făcînd un bilanţ energetic comparativ între două perforatoare echivalente, unul hidraulic şi celălalt pneumatic, a rezultat că mecanismul percutor pneumatic modern, în stare bună de funcţionare, restituie la sfredel numai 25—30% din energia aerului comprimat ce intră în mecanism, faţă de mecanismul percutor hidraulic care restituie 60% din energia lichidului de lucru.

Luînd în considerare randamentul reţelei pneumatice de 80% şi randamentul global al staţiei de compresoare de 60—70%, se obţine ca randament total 12—15% în cazul acţionării pneumatice. La acţionarea hidraulică randamentul reţelei de conductă este de 89%, iar randamentul pompei de 80—84%, rezultînd un randament total de 45—48%.

Trebuie remarcat şi faptul că, dacă în loc de motorul electric de acţionare a pompei se foloseşte un motor Diesel, randamentul instalaţiei scade la 23%, iar dacă se foloseşte, ca motor primar, un motor pneumatic, randamentul va fi doar de 7—8%.

Creşterea vitezei de perforare se datoreşte următorilor factori:

— perforatoarele hidraulice au o putere instalată mare, asigurînd cupluri de rotaţie şi forţe de avans mari; puterea perforatoarelor pneumatice este limitată de presiunea aerului comprimat, iar creşterea acesteia ar conduce la mărirea exagerată a greutăţii perforatorului şi la suprasolicitarea tijelor de perforare;

— posibilitatea sincronizării parametrilor funcţionali ai perforatorului hidraulic cu forţa de avans;

— cantitatea de energie transmisă rocilor este mai mare la perforatoarele hidraulice, aceasta realizîndu-se, nu prin mărirea forţei de lovire, ci prin modificarea formei undei de şoc, fapt ce poate duce la creşterea productivităţii cu 50% fără solicitarea suplimentară a tijei sfredelului. La perforatoarele hidraulice durata de aplicare a forţei de lovire este mare (fig. 1), permiţînd transmiterea unei cantităţi mai mari de energie cu forţe mai mici; aşa se explică şi faptul că durata de viaţă a sfredelelor utilizate la perforatoarele hidraulice este mai mare.

Fiabilitatea ridicată a perforatoarelor hidraulice se datoreşte următorilor factori: agentul purtător de energie este totodată un bun lubrificator, fără conţinut de apă; etanşările sînt mai bune şi nu permit pătrunderea particulelor străine în perforator; uleiurile hidraulice se pot filtra foarte bine; piesele componente ale perforatorului hidraulic au o prelucrare mai pretenţioasă; unele tipuri, avînd acumulatoare hidraulice, reduc vibraţiile, micşorează considerabil reculul perforatorului şi asigură o durată de viaţă mai lungă mecanismului de avans etc.

Îmbunătăţirea condiţiilor de muncă se datoreşte, în primul rînd, reducerii nivelului de zgomot cu 5—10 dB, faţă de perforatoarele pneumatice (fig. 2).

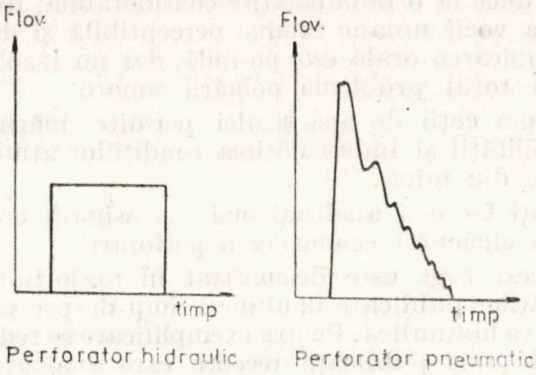


Fig. 1

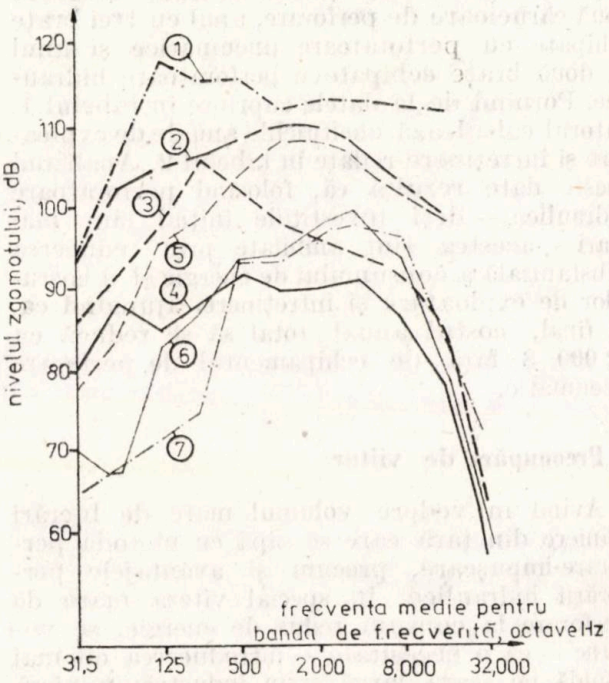


Fig. 2

Pentru a da o imagine reală cu privire la îmbunătăţirea condiţiilor de lucru, în Mining Magazine se arată că o diminuare cu 3 dB a nivelului sonor duce la scăderea zgomotului cu circa 50%, iar micşorarea cu 4,5 dB duce la

scăderea nivelului de zgomot la 1/3 din cel inițial.

Fiind cunoscut faptul că zgomotul la perforatoarele pneumatice se datorește atît eșapării aerului comprimat, cît și impactului dintre piston și tijă, trebuie arătat că perforatorul hidraulic elimină numai prima cauză. Acest fapt duce la o îmbunătățire considerabilă, frecvența vocii umane rămîne perceptibilă și deci comunicarea orală este posibilă, dar nu rezolvă întru totul problema poluării sonore.

Lipsa ceții de apă și ulei permite mărirea vizibilității și îmbunătățirea condițiilor atmosferice din mină.

Toți factorii analizați mai sus asigură creșterea eficienței economice a perforării.

Acest fapt este demonstrat în majoritatea lucrărilor publicate în ultimul timp despre perforarea hidraulică. Pentru exemplificare se redau datele unei publicații recente care analizează factorii economici ai echipamentului de perforare hidraulică din Canada. Autorul consideră două cărucioare de perforare, unul cu trei brațe echipate cu perforatoare pneumatice și unul cu două brațe echipate cu perforatoare hidraulice. Pornind de la datele cuprinse în tabelul 1, autorul calculează cheltuielile anuale de exploatare și întreținere redate în tabelul 2. Analizînd aceste date rezultă că, folosind perforatoare hidraulice — deși investițiile inițial sînt mai mari — acestea sînt anihilate prin reducerea substanțială a consumului de energie și a costurilor de exploatare și întreținere, ajungînd ca, în final, costul anual total să se reducă cu 42 000 $ față de echipamentul de perforare pneumatic.

Preocupări de viitor

Avînd în vedere volumul mare de lucrări miniere din țară care se sapă cu metoda perforare-împușcare, precum și avantajele perforării hidraulice, în special viteza mare de perforare la consum redus de energie, se impune — ca o necesitate — introducerea cît mai rapidă pe scară largă și în industria minieră din țară a acestor perforatoare.

În acest sens, asimilarea în fabricație a perforatoarelor hidraulice a fost prevăzută în *Programul de dotare și mecanizare a lucrărilor din industria minieră extractivă pe perioadele 1978—1980 și 1981—1985*, program care a dat un impuls nou lucrărilor de cercetare și proiectare ce se făceau în acest domeniu. Avem cunoștință despre mecanisme percutoare hidraulice ale ciocanelor de abataj grele folosite ca spărgătoare de supragabarit fabricate de I.P.I.C. —C.F. Harghita, Întreprinderea de utilaj greu Progresul Brăila și C.C.S.I.T. Brașov. Întreprinderea UNIO Satu Mare, în colaborare cu CEPROM Satu Mare, a realizat cîteva mecanisme percutoare hidraulice, folosite la mașina de reprofilat galerii.

Tabelul 1

Factori considerați	Pneumatic	Hidraulic
Preț de achiziție a cărucioarelor, $	135 000	290 000
Investiții totale (cărucior, compresor, transformator, conducte etc.)	330 000	417 000
Durata de exploatare, ani	5	5
Viteza de perforare, m/min	0,75	1,5
Timp total de perforare pe schimb pentru 3×50 găuri a 1,8 m, min	185	135

Tabelul 2

Factori considerați	Pneumatic	Hidraulic
Valoarea amortizării, $	72 500	81 500
Valoarea energiei, $	11 000	5 000
Valoarea pieselor de schimb, $	108 000	81 000
Valoarea lucrărilor de întreținere, $	50 000	40 000
Valoarea tijelor de perforare, $	81 000	73 000
Cheltuieli anuale totale, $	322 500	280 000

Uzina 6 Martie Timișoara are preocupări de realizare a unor vibratoare hidraulice.

Institutul de învățămînt superior din Baia Mare, în colaborare cu I.M.M.U.M. Baia Mare, la solicitarea Centralei minereurilor din Baia Mare, a realizat și experimentat un perforator rotopercutant și în prezent lucrează la realizarea unui perforator percutant.

La Baia Sprie ss află în experimentare un perforator rotopercutant greu, realizat de Steaua Roșie București, în colaborare cu I.C.P.M.N. Baia Mare, care lucrează pe o instalație de plantat ancore. Sînt necesare în continuare preocupări pentru realizarea unei instalații de perforat, pe care să se poată monta perforatoarele hidraulice în timpul lucrului.

Cărucioarele de perforare omologate în țară, IMP-2 fabricat de I.U.M. Petroșani în colaborare cu Institutul de Mine Petroșani, precum și cel realizat de I.M.M.U.M. Baia Mare, au o construcție solidă ce ar rezista la perforatoarele hidraulice, dar ar necesita schimbarea mecanismului de avans și mărirea capacității și puterii instalate la grupurile hidraulice.

Avînd în vedere reducerea substanțială a consumului de energie la perforare, folosind perforatoarele hidraulice, sînt justificate toate eforturile pentru realizarea unor perforatoare

hidraulice şi a unor game de instalaţii de perforare cu care se pot înlocui perforatoarele pneumatice.

BIBLIOGRAFIE

[1] Beke, I. *Hidraulikus fúroberendezések alkalmazása a francia bányászatban.* Bányászat, 8, 1979.

[2] Bill, Ch. *Electrificarea minelor în subteran,* Ed. tehnică, Bucureşti, 1967.

[3] Bradbury, R. G. *Economic factors of hidraulic rock drilling equipment.* C. I. Bulletin, november, 1975.

[4] Falley, F. *Varum hydraulische Gesteins Bohrhammer.* Bergbau, 5, 1977.

[5] Gosta, V., Diehl *Automatisierung und optimierung der Bohrparamete beim hidraulischen Bohren.* Tamrock news, 2, 1979.

[6] Kuzyk, G. W. R. *Hydraulik drilling at the TANCO mine.* C.I.M. Buletin 827, 1981, martie.

[7] Marian, I., Mara, E. *Asupra studiului de dezvoltare a perforatoarelor hidraulice folosite pe plan mondial.* Sesiune de comunicări ştiinţifice, I.I.S. Baia Mare, 1981.

[8] Meier, I. *Entwick lungsstand der hydraulischen Bohren und seine Möglichkeiten zur Verbesserung der Bohrarbeit.* Erzmetall, 4 şi 6, 1976.

[9] Merlo, J. *La developpment de la perforation hydraulique dans les mines. S.M.M. Penar roya.* Industria Mineralle-Mine, november, 1975.

[10] * * * *Hydraulik Percussire drilas.* Mining Magazin, sept. 1976.

[11] * * * Prospecte ale firmelor producătoare de perforatoare hidraulice.

Recomandări sub aspect geomecanic privind alegerea susţinerii galeriilor de deschidere a zăcămîntului Izvorul Roşu

Conf. dr. ing. Al. Popescu
ing. A. Kruk
subing. Georgeta Pop

I. Introducere

În toate etapele activităţii miniere, dar mai ales în proiectare, se pune un accent deosebit pe prognoza comportării masivului de roci înconjurătoare, masiv ce constituie mediul în care se desfăşoară diferitele procese tehnologice, precum şi fenomenele declanşate de ele. În faza iniţială, această prognoză se bazează, de regulă, pe informaţiile furnizate de lucrările de cercetare geologică, cît şi pe rezultatele încercărilor ce se efectuează în laborator pentru determinarea proprietăţilor fizico-mecanice ale rocilor şi pentru modelarea fenomenelor geo-miniere.

Atunci cînd explorarea zăcămîntului se face cu preponderenţă prin foraje, apar unele aspecte specifice ale problemei enunţate, legate în primul rînd de valorificarea cît mai completă şi eficientă a datelor puse la dispoziţie de un însemnat volum de lucrări costisitoare, dar şi de transpunerea „in situ" — cît mai apropiat de realitate — a caracteristicilor stabilite în laborator.

Articolul de faţă îşi propune să abordeze o parte dintre aspectele amintite, concretizîndu-le în cazul unui zăcămînt ce se află încă în etapa de cercetare geologică.

II. Scurtă descriere a zăcămîntului Izvorul Roşu

Ca poziţie geografică, zăcămîntul Izvorul Roşu se află în partea sudică a munţilor Rodnei, la confluenţa pîrîului Izvorul Roşu cu pîrîul Băilor — afluent al rîului Someşul Mare, iar din punct de vedere administrativ, se situează în raza comunei Rodna, judeţul Bistriţa-Năsăud.

Acumulările de sulfuri polimetalice, puse în evidenţă de forajele şi lucrările miniere executate pînă în prezent, sînt localizate în calcare cristaline şi în brecii, sub formă de filoane, lentile şi impregnaţii epigenetice, legate de vulcanismul neogen. Ţinînd seama de poziţia în raport cu perimetrul Exploatării miniere Rodna, de gradul de cunoaştere şi de particularităţile de ordin geologic-structural, de ordin petrografic şi de vîrstă, zăcămîntul Izvorul Roşu a fost împărţit în două zone: vestică şi estică.

În *zona vestică* (fig. 1), în care se întîlnesc roci cu un grad de metamorfism mai puţin avansat, s-au identificat lentilele 1, 2, 3, 50, 51, 52, 53 şi filoanele 1, 2, 3, 4, 5, 6 cu un minereu complex tipic şi cu conţinuturi ridicate de Pb, Zn, Cu, S, Au, Ag.

Zona estică cuprinde roci mezometamorfice retrcmorfozate, precum şi roci eruptive într-o proporţie mai mare decît zona precedentă, iar minereul este de 4 tipuri: complex — în lentilele 0 *bis*, 101, 102, 104, 105, 106, 110, cu caracter piritos — în lentila *strat*, cu caracter pirotinos — în lentilele 103, 107, 109, 111 şi pirită auriferă — în brecia eruptivă.

Forma şi elementele geometrice ale corpurilor de minereu sînt strîns legate de specificul rocilor-gazdă. De exemplu, în formaţiunile de calcare dolomitice, ale căror înclinări variază între 0—45°, corpurile de minereu au forma unor lentile neregulate (lentilele nr. 1, 2, 3, 0 *bis*, lentila *strat* etc.), cu aceeaşi poziţie ca şi rocile înconjurătoare.

Tectonica și condițiile hidrogeologice ale zăcămîntului sînt, în general, complicate.

III. Date petrografice

În ambele zone menționate se poate stabili, cu unele deosebiri, o succesiune asemănătoare a formațiunilor, începînd cu un pachet cu grosime mare de șisturi cuarțitice sericito-cloritoase, peste care se așază primul nivel calcaros verzi, clorito-feldspatice, peste care urmează șisturile cuarțitice-micacee (muscovito-sericitoase).

În zona estică, deasupra celui de-al doilea nivel calcaros dolomitic apare un nou pachet de șisturi cuarțitice sericito-cloritoase sau clorito-sericitoase, cu o grosime de 40—80 m, puternic fisurate în apropierea corpurilor eruptive. În porțiunea mediană a pachetului se află mai multe intercalații de calcare dolomitice, discontinue, deseori mineralizate (can-

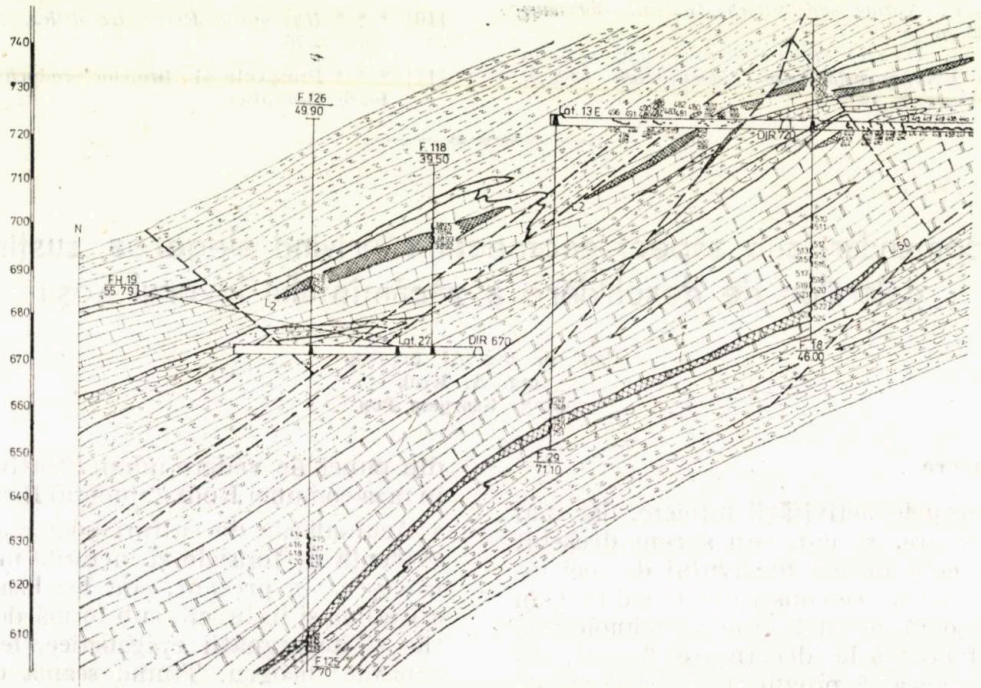


Fig. 1 Profil geologic prin zona vestică a zăcămîntului Izvorul Roșu

colomitic. În continuare se întîlnesc șisturi clorito-grafitoase, cuarțoase sau carbonatice, ce trec, gradat, pe direcție și pe înclinare, în șisturi cuarțitice sericitoase, slab grafitoase, șisturi cuarțitice grafitoase sau calcare șistoase grafitoase — în zona vestică, respectiv șisturi cuarțitice sericito-cloritoase, în zona estică. Urmează apoi cel de-al doilea nivel calcaros dolomitic, cu o grosime de 10—60 m, în care se localizează principalele lentile de minereu din zona vestică, inclusiv lentila *strat* din zona estică. Aceste roci au o culoare preodominant albă, dar se observă și culori cenușii — datorită pigmentului grafitos, precum și culori roșcate — — datorită pigmentului limonitic. În unele zone, în apropierea corpurilor eruptive, se remarcă alterarea hidrotermală a calcarelor dolomitice, rezultînd filonașe labirintiforme cu grosimi neuniforme de produse secundare argilo-sericitoase, cu sau fără clorit, pigmentate cu produse opace pulverulente, grafitoase.

În zona vestică, deasupra celui de-al doilea nivel de calcare dolomitice, se dispun concordant, pe o grosime de circa 50—100 m, șisturile tonînd lentilele 101—104). În acoperișul pachetului de șisturi se dezvoltă al treilea nivel calcaros cercetat în zăcămîntul Izvorul Roșu, nivel care este cel mai extins și în care sînt cantonate celelalte lentile de minereu (0 *bis*, 105—111). Deasupra acestui nivel calcaros, care reprezintă o continuare a celui din perimetrul minei Valea Vinului, apar din nou șisturi cuarțitice sericito-cloritoase, parțial retromorfozate.

Întregul complex de roci cristaline este străpuns de roci eruptive subvulcanice — sub formă de dyke-uri și volburi, cu înrădăcinări în zona cunoscută a celor trei aliniamente de corpuri eruptive din perimetrul legat de lanțul neogen Oaș—Gutîi—Țibleș.

IV. Scopul și metodologia cercetărilor

Cercetările s-au întreprins cu scopul de a se aprofunda gradul de cunoaștere a condițiilor geologico-miniere și mai ales geomecanice, precum și de a stabili o serie de elemente necesare pentru rezolvarea unor probleme legate de deschiderea, pregătirea și exploatarea zăcă-

mîntului Izvorul Roşu, atît în etapa de proiectare, cît şi ulterior. Între obiectivele urmărite se află şi cel al elaborării unor criterii de alegere raţională a modului de susţinere a galeriilor de deschidere.

Pentru aceasta, s-au efectuat observaţii directe în subteran, în lucrările miniere de explorare săpate pînă în prezent, s-au examinat coloanele de carote recuperate dintr-o serie de foraje de cercetare geologică (nr. 30↓, 31↓, 43↑, 105↑, 116↑, 125↓, 126↑), s-au selectat probele reprezentative şi s-au determinat în laborator proprietăţile fizico-mecanice ale rocilor, în final corelîndu-se şi interpretîndu-se rezultatele obţinute.

Observaţiile directe, în subteran, s-au desfăşurat asupra masivului adiacent lucrărilor miniere, studiindu-se aspectele petrografice, starea de fisurare, mărimea, frecvenţa şi orientarea fisurilor, gradul de alterare a rocilor, stabilitatea în timp a suprafeţelor dezvelite etc.

Pentru precizarea şi elucidarea mai detaliată a unora dintre caracteristicile amintite, s-au folosit informaţiile furnizate de forajele de cercetare geologică, procedîndu-se în plus la studierea atentă a succesiunii diferitelor tipuri de roci şi la „inventarierea" şi măsurarea dimensiunilor fragmentelor de carotă pe intervale distincte.

În laborator s-au determinat, prin metodele cunoscute, proprietăţile fizico-mecanice ale rocilor înconjurătoare ale zăcămîntului şi anume: densitatea, masa volumetrică, rezistenţele de rupere la compresiune, tracţiune, încovoiere, forfecare simplă şi dublă, şoc, coeziunea şi unghiul de frecare interioară, modulul de elasticitate şi coeficientul lui Poisson static, viteza de propagare a undelor elastice longitudinale şi altele.

V. Rezultatele obţinute şi interpretarea acestora

Întrucît spaţiul restrîns rezervat articolului de faţă nu permite prezentarea tuturor rezultatelor obţinute, în cele ce urmează se va insista numai asupra cîtorva aspecte mai importante.

Astfel, pentru estimarea stării de fisurare a masivului, s-a stabilit pentru fiecare formaţiune de roci, inclusiv pentru subdiviziunile întîlnite, mărimea *factorului de fisuraţie naturală* C, definit în literatura de specialitate prin relaţia generală:

$$C = \frac{1}{2L}\left(n_e h_0 + \frac{\mathscr{L}}{n}\right), \qquad (1)$$

în care:

L este lungimea tronsonului de foraj analizat, cm;

n_e — numărul epruvetelor cilindrice cu dimensiuni standardizate, ce se pot obţine din coloana recuperată pe tronsonul analizat;

h_0 — înălţimea epruvetelor cilindrice standardizate, cm;

$\mathscr{L}$, n — lungimea totală (însumată), cm, respectiv numărul fragmentelor de carotă avînd lungimea mai mare decît diametrul lor.

Aşa cum se observă, factorul C reprezintă de fapt media aritmetică a doi factori, dintre care primul — numit factor de probă — reflectă proporţia în care este posibilă folosirea pentru încercări de laborator (de rezistenţă) a carotelor extrase din tronsonul analizat, iar al doilea — numit coeficientul lungimii carotei — exprimă frecvenţa cu care apar în tronsonul în cauză fragmente lungi de carotă.

Relaţia (1) se întîlneşte şi sub forma:

$$C = \frac{1}{2L}\left(n_e d_0 + \frac{L}{n}\cdot\frac{L}{l_c}\right), \qquad (2)$$

unde:

d_0 este diametrul carotelor, cm;

l_c — lungimea maximă (convenţională), cm, a carotei ce ar putea fi extrasă din tronsonul analizat, în ipoteza că roca ar fi ideală (fără fisuri).

Această relaţie este asemănătoare cu precedenta, mai ales dacă se are în vedere încercarea la compresiune monoaxială, pentru care se recomandă utilizarea epruvetelor cilindrice avînd $h_0 = d_0$. Raportul $\mathscr{L}/l_c$ apare ca un coeficient suplimentar de corecţie, în funcţie de rezistenţa rocii în masiv.

Dacă se ia $l_c = L$, relaţia (2) devine:

$$C = \frac{1}{2L}\left(n_e d_0 + \frac{\mathscr{L}}{n}\cdot\frac{\mathscr{L}}{L}\right). \qquad (3)$$

Formula (3) a fost folosită de autori, un exemplu de calcul fiind redat în tabelul 1.

Analizînd expresia lui C, precum şi datele din tabel, se remarcă importanţa deosebită pe care o are alegerea corectă a lui L, alegere ce trebuie făcută în funcţie de succesiunea, natura şi caracteristicile de recunoaştere ale formaţiunilor interceptate, lungimea tubului carotier, particularităţile utilajului şi ale tehnologiei de foraj etc.

Totodată, se observă că valorile termenului al doilea (coloana 15) nu reprezintă nici 10% din valorile primului termen (coloana 14), ceea ce înseamnă că influenţa sa asupra mărimii lui C este nesemnificativă.

Efectuînd calculele pentru principalele tipuri de roci întîlnite în forajele luate în studiu, au rezultat valori medii C_M ale factorului de fisuraţie naturală conform tabelului 2.

Tabelul 1

Calculul factorului de fisurație naturală C pentru unele roci întîlnite în forajul nr. 125 — zăcămîntul Izvorul Roșu (județul Bistrița-Năsăud)

Cota, m	Tipul rocilor traversate	L, cm	d_0, cm	Numărul fragmentelor de carotă cu lungimea $h \geq kd_0$							n_e, buc.	$\mathcal{L}$, cm	$n_e d_0$, cm	$\frac{\mathcal{L}}{n} \cdot \frac{\mathcal{L}}{L}$, cm	C
				$k=1$	$k=2$	$k=3$	$k=4$	$k=5$	$k>5$	n					
21—23	Șisturi cuarțito-clorito-sericitoase, ușor grafitoase	200	4,2	7	—	—	—	—	—	7	7	43,0	29,4	1,32	0,08
23—25		200	4,2	3	—	—	—	—	—	3	3	13,7	12,6	0,31	0,03
25—27		200	4,2	4	1	—	—	—	—	5	6	33,0	25,2	1,09	0,07
27—29	Calcare cenușii, cu sau fără intercalații de calcită	200	4,2	6	2	—	—	1	1k=9	10	24	125,0	100,8	7,81	0,27
29—31		200	4,2	4	4	2	2	1	—	13	31	149,5	130,2	8,59	0,35
31—33		200	4,2	1	2	2	2	—	—	7	19	89,5	79,8	5,72	0,21
33—35	Calcar alb	200	4,2	4	8	3	—	—	—	15	29	146,5	121,8	7,15	0,32
35—37	Calcar cenușiu	200	4,2	2	3	1	—	—	—	6	11	64,5	46,2	3,46	0,12
37—39	Calcar cenușiu-deschis, cu intercalații de calcită	200	4,2	6	5	1	—	1	—	13	24	136,5	100,8	7,16	0,27

Tabelul 2

Factorul de fisurație naturală și rezistențele la compresiune σ_{rc} și la tracțiuneale σ_{rt} ale rocilor înconjurătoare ale zăcămîntului Izvorul Roșu

Descrierea formațiunii geologice	Nr. forajului	Cota, m	Factor mediu de fisurație, C_M	Rezistențe medii în laborator, daN/cm², σ_{rc}	σ_{rt}	Valori medii in situ daN/cm², σ_{rcM}
Calcar cenușiu, cu sau fără intercalații de calcită	30	39—54	0,03	980	75	30
	105	25—29	0,06	780	65	50
	116	21—27	0,41	990	80	410
		49—50	0,48	970	70	470
	125	27—33	0,23	1 180	80	270
		37—41	0,19	1 270	90	240
	126	2—5	0,08	1 070	95	90
Calcar cenușiu cu intercalații de minereu	116	0—16	0,31	1 380	70	430
	125	47—70	0,22	820	80	180
Calcar alb	105	18—20	0,09	970	85	90
	116	31—49	0,16	780	60	130
	125	33—35	0,33	1 180	90	380
Șisturi cuarțitice grafitoase cu grad variabil de sericitizare și cloritizare	30	28—38	0,06	460	50	30
	31	38—39	0,04	310	55	15
	105	0—18	0,02	350	40	10
	116	16—21	0,32	530	40	170
		27—31	0,17	450	60	80
	125	0—19	0,12	430	70	50
Șisturi cuarțito-clorito-sericitoase	43	0—9	0,12	490	90	60
	125	19—27	0,16	720	90	120
	126	5—43	0,01	820	60	10
Șist grafitos cu grad variabil de alterare	30	18—28	0,01	3,0	0,5	foarte scăzute
	116	27—31	0,17	390	55	70

Pentru o primă interpretare a acestor valori se poate recurge la unele din clasificările acceptate în geomecanică, cum este cea din tabelul 3.

În scopul caracterizării cît mai complete a masivului de roci sub aspectul stabilității sale în jurul lucrărilor miniere subterane, trebuie analizate și *rezultatele încercărilor mecanice efectuate în laborator*, cît și *caracteristicile de rezistență transpuse „in situ"* (tab. 2).

Trecerea de la valorile medii ale rezistenței la compresiune σ_{rc} — obținute în laborator, la valorile medii σ_{rcM} estimate pentru masiv, s-a

Tabelul 3

Clasificarea rocilor în funcție de factorul C și de indicele RQD*

Caracterizarea formațiunilor de roci	Factorul de fisurație	Indicele RQD, %
Foarte slabe	0,00—0,15	0—25
Slabe	0,16—0,30	26—50
Medii	0,31—0,45	51—75
Bune	0,46—0,65	76—90
Excelente	0,66—1,00	91—100

* Indicele RQD (Rock quality designation) reprezintă raportul, exprimat în procente, dintre lungimea însumată a fragmentelor de carotă cu înălțimea peste 10 cm și lungimea totală a carotei recuperate din intervalul sau formațiunea luată în studiu.

făcut cu ajutorul factorului mediu de fisurație naturală C_M:

$$\sigma_{rcM} = C_M \cdot \sigma_{rc}. \qquad (4)$$

Prin intermediul lui σ_{rcM}, așa cum se arată în tabelul 4, sînt posibile referiri directe la problemele legate de susținerea excavațiilor subterane.

Comparînd datele înscrise în tabelele 3 și 4 se observă că ele se corelează foarte bine și că această corelație se menține și în cazul datelor cuprinse în tabelul 2.

Tabelul 4

Clasificarea formațiunilor de roci din punctul de vedere al necesității de a fi susținute*

Rezistența la compresiune in situ, daN/cm²	Modul de susținere recomandat
0—50	Torcretare imediată după săpare, urmată de ancorare și susținerea cu beton
50—150	Ancorare și torcretare
150—250	Ancorare, cu folosirea plasei de sîrmă pentru protecție
250—350	Ancorare sporadică
peste 350	Nu este necesară susținerea

* elaborată pe baza experienței acumulate la Kiruna (Suedia), privind stabilitatea tunelurilor și a excavațiilor subterane cu secțiunea transversală nedepășind 5×3,6 m.

De asemenea, este evidentă importanța covîrșitoare a stării de fisurare a masivului, exprimată prin factorul de fisurație naturală C, care poate răsturna raportul dintre proprietățile de rezistență ale diferitelor roci — determinate în laborator și cele ale formațiunilor respective — transpuse „in situ".

VI. Concluzii și recomandări privind alegerea susținerii galeriilor de deschidere a zăcămîntului Izvorul Roșu

Interpretarea ansamblului de rezultate ale cercetării, potrivit scopului enunțat, permite caracterizarea masivului și elaborarea unor recomandări pentru alegerea susținerii galeriilor de deschidere a zăcămîntului Izvorul Roșu.

Calcarele cenușii cu sau fără intercalații de calcită și calcarele albe, atunci cînd nu sînt alterate, pot fi considerate ca roci tari, bune din punctul de vedere al susținerii (așa cum se întîlnesc în forajele nr. 116 și nr. 125). Pentru susținerea galeriilor de deschidere amplasate în asemenea formațiuni este suficientă ancorarea sporadică.

Cînd fenomenele de alterare sînt pronunțate (forajul nr. 30, 105 și 126), masivul devine slab, trebuind să fie susținut imediat după dezvelire și numai după aceea se poate trece la susținerea definitivă cu portanță ridicată.

Calcarele cenușii cu intercalații de minereu se încadrează, sub aspectul stabilității, în categoria formațiunilor medii spre bune, galeriile necesitînd o consolidare cu ancore și plasă de sîrmă sau cu ancore izolate.

Șisturile cuarțitice grafitoase, cu grad variabil de sericitizare și cloritizare sînt, în general, formațiuni slabe și foarte slabe, recomandările privind susținerea galeriilor diferind în funcție de localizarea lor în perimetrul minier.

Astfel, în jurul forajelor nr. 30, 31, 105 se impune susținerea provizorie imediat după excavare, iar susținerea definitivă trebuie făcută cu beton monolit. În zonele adiacente forajelor nr. 116 și nr. 125 sînt satisfăcătoare susțineri de tipul celor cu ancore și torcret.

În cazul *șisturilor cuarțito-sericito-cloritoase* rămîn valabile recomandările precedente, dar cu localizări diferite: susținerea definitivă cu beton monolit în zonele învecinate cu forajul nr. 126 și cu ancore și torcret — în zonele din jurul forajelor nr. 43 și 125.

Formațiunile de *șisturi grafitoase* trebuie susținut, în toate cazurile, imediat după dezvelire. Dacă sînt puternic alterate, se recomandă alegerea unei susțineri definitive de tipul celei cu beton monolit; dacă nu sînt alterate, este adecvată ancorarea și torcretarea.

Din cele expuse reiese că, pentru zăcămîntul Izvorul Roșu, nu este indicată și nici posibilă recomandarea unui singur mod de susținere a galeriilor de deschidere executate într-o anumită formațiune geologică. Este foarte important ca, în conformitate cu principiile prezentate anterior, să se aleagă o susținere adecvată particularităților masivului în zona traversată.

Pe de altă parte, există însă și zone în care, indiferent de natura formațiunilor geologice ce se întîlnesc, se poate generaliza un anumit gen de susținere. Așa sînt, de exemplu, zonele adiacente forajelor nr. 30, 31, 105 și 126, caracterizate, în ansamblu, prin valori foarte mici ale factorului de fisurație naturală și ale rezistențelor la compresiune „in situ". Acest fapt este legat de fenomenele ce s-au produs în timp și în spațiu la scara diferitelor porțiuni ale zăcămîntului. În consecință, deși s-au elaborat recomandările de mai sus, cercetarea nu poate fi considerată ca încheiată, ea trebuind să rezolve în continuare și alte probleme, cum este, de exemplu, zonarea întregii suprafețe a zăcămîntului sub aspectul stabilității masivului.

★

Metodologia prezentată recurge la rezultatele obținute pe diferite căi, între care un loc deosebit revine informațiilor oferite de cercetarea geologică. Așa cum s-a arătat, asemenea informații pot fi valorificate într-o măsură mai mare, prin determinarea factorului de fisurație naturală pentru fiecare formațiune de roci în parte, pe măsura executării forajului. Acest factor permite estimări ale stării masivului încă înainte de a se fi încheiat explorarea zăcămîntului, dar servește și ulterior, permițînd transpunerea „in situ" a caracteristicilor de rezistență stabilite în laborator, precum și alte corelări. Totodată, pentru completarea datelor, factorul respectiv poate fi determinat și în mod curent, simultan cu desfășurarea lucrărilor de deschidere, pregătire sau exploatare.

Bibliografie

[1] Barla, G., Morino, P. *La pressione di stabilizzazione per gallerie: diagrammi teorici e stima della qualita dell'ammasso roccioso.* Boll. Assoc. miner. subalp., **16**, 3, 565—572, 1979.

[2] Hansagi, I. *A method of determining of degree of fissuration of rock,* Int. j. rock. mech. min. sci. geomech. abs., **11**, 10, oct. 379—388, 1974.

[3] Jaeger, I. C., Cook, N.G.W. *Fundamentals of rock mechanics.* Chapman and Hall, London, 1976.

[4] Kreinew, B. A. ș.a. *Zum Einfluss der Klüftigkeit auf das Verformungsverhalten des Gebirges,* Neue Bergbautechnik, **13**, 7, 382—385, 1983.

[5] Popescu, Al., Băncilă, N. *Îndrumător de lucrări practice la mecanica rocilor.* Litografia I.I.S. Baia Mare, 1982.

[6] Protopopov, I. I. *Prognoz narușennosti gornîh porod po kernu skvajin dlia ocenki ustoicivosti vîrabotok.* Gornîi jurnal, 1981, 2, 50—52.

[7] * * * Rapoarte privind cercetarea geologică a zăcămîntului Izvorul Roșu (județul Bistrița-Năsăud) I.P.E.G. Cluj-Napoca, Secția Rodna Veche.

[8] *Studiu privind proprietățile fizico-mecanice ale rocilor înconjurătoare pentru zăcămîntul Izvorul Roșu.* Institutul de învățămînt superior Baia Mare, 1984.

Un nou tip de susținere metalică a galeriilor Considerații teoretice și experimentale

Conf. dr. ing. **G. Petrescu**
dr. ing. **C. Păsărin**
ing. **D. Plăvicheanu**
ing. **D. Ilincioiu**

I. Generalități

În galeriile exploatărilor miniere de lignit se folosesc structuri de profile metalice laminate cu utilizare pe perioade reduse de timp.

Aceste structuri și-au dovedit eficiența prin simplitate constructivă, preț de cost redus și siguranță în exploatare, fiind aplicate cu succes în perimetrele miniere caracterizate prin condiții geologice obișnuite.

Datorită necesităților energetice tot mai mari, exploatările minere au fost extinse în zone cu condiții geologice mai dificile, fapt care a dus la apariția unor probleme în ceea ce privește comportarea structurilor utilizate.

Presiunile sporite au produs unele deformații accentuate ale structurilor, precum și tendințe de cedare, ceea ce a necesitat întărirea susținerilor prin mijloace și metode concepute de la caz la caz.

Această situație impune reconsiderarea susținerilor, reproiectarea lor fundamentală în vederea obținerii unor armături care să suporte presiunile sporite.

II. Prezentarea susținerii metalice articulate

Este compusă, în principiu, din patru sferturi de cerc, din profil metalic, articulate între ele (fig. 1).

Articulațiile favorizează o deformare inițială a inelului și așezarea lui pe pereții galeriei, fapt care permite o mai bună preluare a presiunilor. Deformarea inelului asigură chiar egalizarea presiunilor, ceea ce conduce la dispariția solicitării la încovoiere.

În urma unui proces de căutare a cît mai multe variante constructive ale genului de structură, au rezultat soluțiile bazate, în principal, pe

suprapunerea profilelor metalice, articulații și asamblare cu bride (fig. 2).

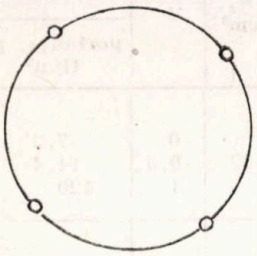


Fig. 1

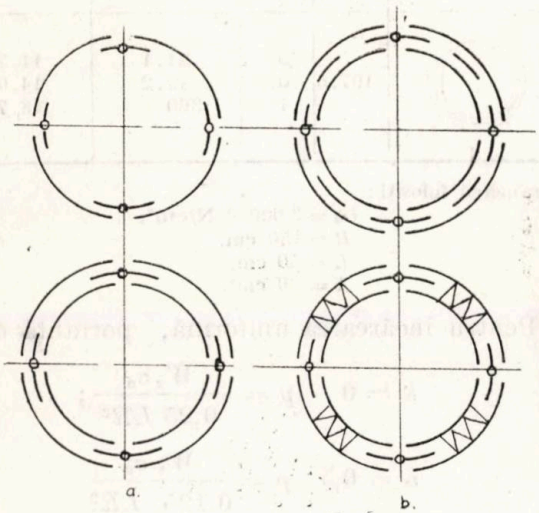


Fig. 2

III. Calculul capacității portante

Ipotezele de calcul se referă la modul de preluare a presiunii exercitate de pereții excavației, luîndu-se în considerare două moduri de așezare a structurii : cu articulațiile pe orizontală și verticală, precum și cazul susținerii cu articulațiile la 45°.

Pentru structura articulată sus-jos, stînga-dreapta, se consideră că, datorită așezării pe pereți a structurii, solicitarea pe verticală și orizontală este egală.

Sînt luate în discuție două cazuri : forțe uniform distribuite pL și forțe concentrate P (L — cîmp de armare).

Pentru structura care este așezată cu articulațiile la 45°, nu se mai produce așezarea pe pereții galeriei, astfel că se ia în considerare posibilitatea inegalității între solicitările pe verticală și pe orizontală. Se vor considera deci două variante ; forță uniform distribuită pL pe verticală și $q = kpL$ pe orizontală, precum și forța concentrată P pe verticală și $Q = kP$ pe orizontală ($k = 0 \ldots 1$).

Metoda de calcul a capacității portante a structurii este cea clasică : determinarea solicitării maxime și a secțiunii de apariție, calculul modulului de rezistență la încovoiere W_z al secțiunii maxim solicitate și impunerea unei tensiuni admisibile pentru material.

Se va lua în calcul numai solicitarea de încovoiere, considerîndu-se că tensiunea produsă de aceasta este mult mai mare decît cea produsă de alte solicitări.

Solicitarea maximă și secțiunea de producere se determină prin calculul diagramelor de solicitare și trasarea lor.

Modulul de rezistență la încovoiere W_z pentru secțiunile în care sînt suprapuse mai multe profile s-a calculat prin metoda suprafețelor compuse, în ipoteza lunecării longitudinale nule.

Calculul portanței s-a făcut, în cele mai multe cazuri, cu relația :

$$M_{max} = \sigma_a \cdot W_z, \qquad (1)$$

unde :

σ_a este tensiunea normală admisibilă ;
M_{max} — momentul încovoietor maxim.

1. Capacitatea portantă a structurii cu articulații pe verticală și orizontală

Se consideră inelul articulat în cele două variante : încărcare distribuită și concentrată (fig. 3).

În situația încărcării uniform distribuite, momentul încovoietor și forța tăietoare sînt nule ($M = 0$; $T = 0$), iar forța axială este constantă $N = pLR$ (R — raza galeriei).

Dacă încărcarea este concentrată, solicitările sînt complexe, diagramele de efort calculîndu-se mai greu (fig. 4).

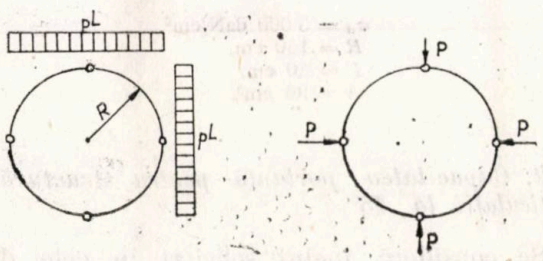


Fig. 3

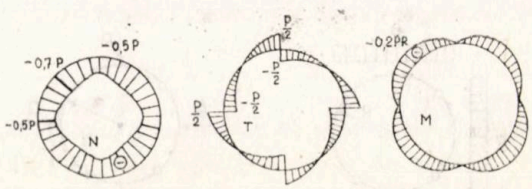


Fig. 4

Presiunea maximă suportată în cazul încărcării uniforme este :

$$p = \frac{A \cdot \sigma_a}{RL}, \qquad (2)$$

unde :

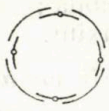
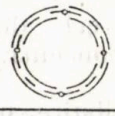
A este aria secțiunii profilului.

Forța maximă concentrată suportată de structură este :

$$P = \frac{W_z \cdot \sigma_a}{0{,}2\ R}. \qquad (3)$$

Rezultatele calculelor sînt prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1

Schema de calcul	W_z, cm³	k	Încărcarea distribuită	Încărcarea concentrată
			portanța, p, tf/m²	portanța, P, tf
	67	0 0,5 1	— — 120	— — 6,7
	197,6	0 0,5 1	— — 360	— — 19,76
	152,7	0 0,5 1	— — 240	— — 15,27

Parametrii folosiți în calcule :

$\sigma_a = 3\,000$ daN/cm²
$R = 150$ cm,
$L = 50$ cm,
$A = 30$ cm².

2. *Capacitatea portantă pentru structură cu articulații la 45°*

Se consideră inelul solicitat în cele două variante : distribuit și concentrat (fig. 5).

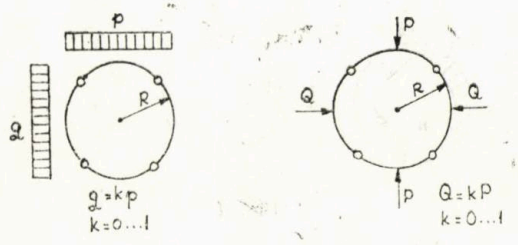
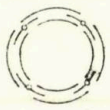
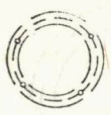


Fig. 5

S-au trasat diagramele de solicitare pentru forțe uniform distribuite (fig. 6) și concentrate (fig. 7).

Tabelul 2

Schema de calcul	W_z, cm³	k	Încărcare distribuită	Încărcare concentrată
			portanța, p, tf/m²	portanța, P, tf
	67	0 0,5 1	7,2 14,4 120	3,8 4,7 6,4
	152,7	0 0,5 1	16,3 32,6 240	8,6 10,8 14,5
	197,6	0 0,5 1	21,1 42,2 360	11,2 14,0 18,7

Parametrii folosiți :

$\sigma a = 3\,000$ daN/cm²,
$R = 150$ cm,
$L = 50$ cm,
$A = 30$ cm².

Pentru încărcarea uniformă, portanța este :

$$k = 0 \quad p = \frac{W_z \sigma_a}{0{,}25\ LR^2};$$

$$k = 0{,}5 \quad p = \frac{W_z\ \sigma_a}{0{,}125\ LR^2} \qquad (4)$$

$$k = 1 \quad p = \frac{A \cdot \sigma_a}{LR}.$$

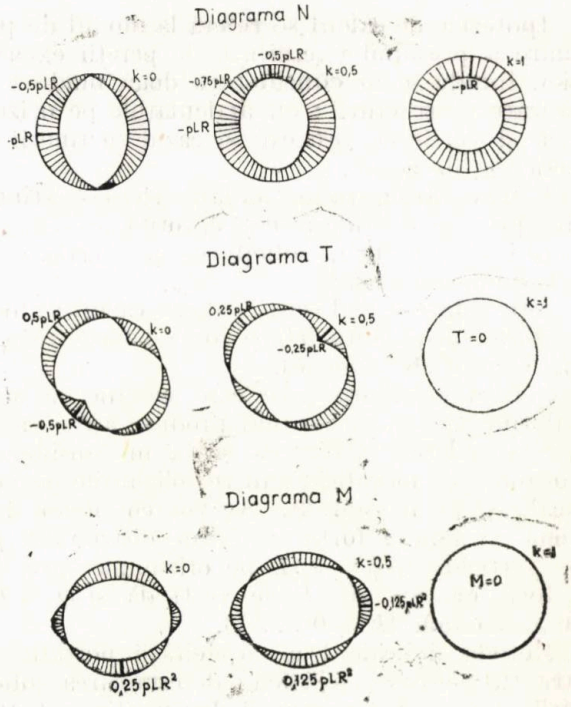


Fig. 6

iar pentru solicitarea concentrată :

$$k = 0 \quad P = \frac{W_z \cdot \sigma_a}{0{,}353 \; R}$$

$$k = 0{,}5 \quad P = \frac{W_z \sigma_a}{0{,}28 \; R} \qquad (5)$$

$$K = 1 \quad P = \frac{W_z \sigma_a}{0{,}12 \; R}$$

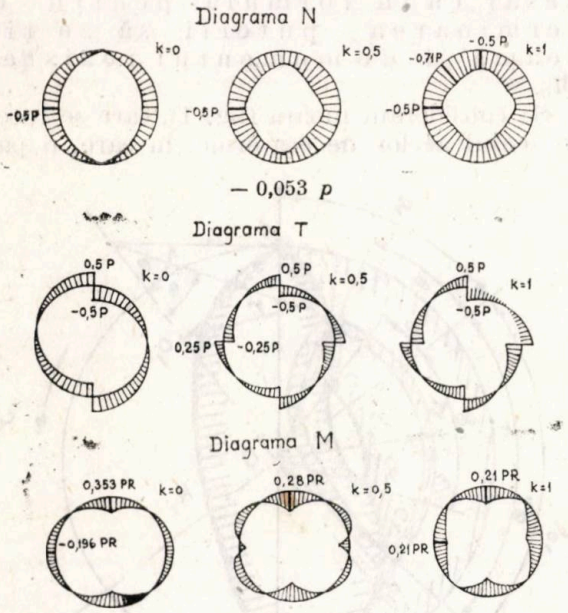


Fig. 7

Rezultatele au fost sistematizate în tabelul 2.

Din analiza rezultatelor se constată ineficiența structurii cu articulațiile la 45°. De asemenea, se constată acțiunea pozitivă a presiunii uniform distribuite.

IV. Aplicarea noului tip de susținere și rezultatele experimentului

Susținerea articulată din profil SG 23 dublu și distanțieri (fig. 2*b*) a fost folosită pentru armarea unui tronson de galerie de 4,5 m lungime, la I. M. Cîmpulung.

Executarea elementelor susținerii, precum și montarea lor în subteran nu au pus probleme tehnice deosebite. Din punctul de vedere al rezistenței s-a constatat o bună comportare a structurii în ansamblu, mai puțin articulațiile. Experiența a arătat că producerea solicitării maxime într-o zonă întărită a profilului și buna așezare pe pereții galeriei a susținerii măresc mult rezistența susținerii.

Întrucît acest tip de susținere și-a dovedit viabilitatea din punctul de vedere al realizării și exploatării, se impune în continuare reproiectarea ei, pentru înlăturarea deficiențelor relevate, simplificarea și raționalizarea fabricării elementelor și ușurarea montajului.

Concluzii

Calculul de rezistență al structurii a indicat o portanță sporită în cazul așezării acesteia cu articulațiile sus-jos, stînga-dreapta. Analizînd capacitatea portantă a inelului articulației, comparativ cu alte tipuri de susținere, se constată, de asemenea, valori sporite pentru noul tip de armătură. Faptul se datorează apariției solicitării de încovoiere într-o secțiune întărită și anulării solicitării încovoietoare lîngă articulații.

Existența articulației are în plus marele avantaj că, față de ele, se poate cunoaște cu precizie zona maxim solicitată, care se poate întări, spre deosebire de armăturile actuale la care suprasolicitarea se poate produce și în altă zonă decît la boltă, în funcție de calitatea umpluturii, fapt dovedit cu prisosință în practică.

O constatare atît teoretică, cît și experimentală este aceea că solicitările uniforme produc tensiuni mai mici în structură și, implicit, o portanță sporită. Se poate realiza acest lucru printr-o umplere corectă a spațiilor din spatele căptușelii, rămînînd totuși ca fapt negativ afînarea materialului de umplutură.

Susținerea articulată are un caracter pozitiv, de mobilitate, care-i permite așezarea pe pereții galeriei, atît la montare, cît și ulterior, în timpul încărcării, funcționînd ca un mecanism pînă cînd tasarea pereților laterali ai excavației este suficientă și, implicit, presiunea este distribuită mai uniform.

Din punctul de vedere al tehnologiei de montaj, susținerea prezintă simplitate, fără să necesite operații deosebite, față de structurile actuale. În plus, demontarea susținerii articulate se poate face cu ușurință și viteză mult mai mare față de celelalte tipuri de susținere aplicate actualmente, fapt deosebit de important în cazul operației de recuperare a materialului de armare.

Tipul de susținere permite, de asemenea, mecanizarea operației de montaj.

Sub aspect constructiv, structura are ca element nou, articulația.

Aceasta a fost proiectată inițial ca o cuplă de tip balama, cu subansamble sudate și îmbinate prin bolț.

Din punctul de vedere al fabricației elementelor susținerii articulate nu au apărut aspecte nerezolvabile într-un atelier mecanic obișnuit.

Pentru un montaj ușor al inelelor articulate, a existat tendința folosirii unor jocuri mari între piese. Acest lucru s-a dovedit că are influențe negative asupra rezistenței ; jocurile au permis ieșirea inelului din planul vertical fapt ce a introdus eforturi suplimentare și a solicitat articulațiile. Situația se poate ameliora dacă articulațiile se rigidizează și se interzice deplasarea axială a inelului.

Corectarea formulei de calcul a puterii motorului de antrenare al morilor cu bile

Prof. dr. doc. ing. **Ilie Constantinescu**
Institutul de Mine Petroşani

În timpul funcţionării morilor cu bile în regim de cascadă, bilele, împreună cu încărcătura, se ridică pe traiectorii circulare în sensul rotaţiei morii, pînă la anumite puncte, de unde, în continuare, se deplasează liber pe traiectorii parabolice.

În momentul contactului materialului în cădere cu moara sau cu restul materialului din moară, iau naştere forţe percutante. Caracteristic acestui caz, este faptul că ciocnirea are loc datorită unui curent continuu de material. Aceste forţe percutante produc momente în raport cu punctul 0, a căror rezultantă M_0 se opune tendinţei de rotaţie a morii, deci la calculul puterii motorului de antrenare va trebui luată în considerare.

În literatura de specialitate, pentru calculul puterii motorului de antrenare a morilor cu bile care funcţionează în regim de cascadă, se recomandă relaţia :

$$N = N_1 + N_2,$$

unde :

N_1 este puterea necesară antrenării părţii de material care se roteşte solidar cu moara ;

N_2 — puterea necesară proiectării materialului pe traiectoria parabolică.

Pentru determinarea puterii N se dă relaţia :

$$N = N_1 + N_2 = 0{,}864 \frac{G}{\varphi} \sqrt{D} \cdot \psi^3 \left[9(1 - k^4) - \frac{16}{3} \psi^4 (1 - k^6) \right], \text{ kW}$$

unde :

G este greutatea încărcăturii ;

φ — gradul de umplere al morii ;

D — diametrul interior al morii ;

ψ — viteza de rotire a materialului din moară în raport cu moara :

k — raportul dintre raza interioară şi raza exterioară a încărcăturii.

Notînd cu N_0 puterea unei mori cu diametrul tobei $D = 1$ m şi volumul $V = 1$ m^3 pentru o greutate volumetrică a bilelor $\gamma_0 = 1\,000$ daN/cm^3 rezultă :

$$N_0 = 0{,}864\, \psi^3 \left[9(1 - k^4) - \frac{16}{3} \psi^4 (1 - k^6) \right], \text{ kW}$$

şi relaţia pentru determinarea puterii totale devine :

$$N = \frac{G}{\varphi} \sqrt{D \cdot N_0}.$$

Pentru o mai justă evaluare a puterii de antrenare este necesar ca în formula pentru determinarea puterii să se ţină seamă şi de momentul rezistent M_0.

Să considerăm moara (fig. 1), care se roteşte în sensul acelor de ceasornic, în care, o parte

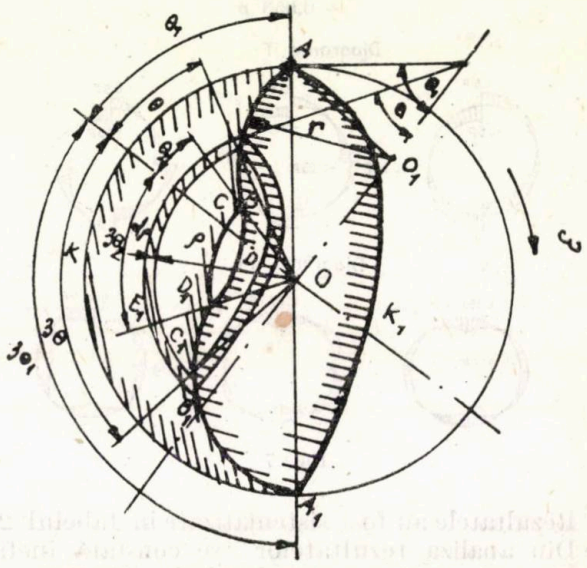


Fig. 1

din material se deplasează împreună cu moara, iar altă parte se găseşte în cădere liberă.

Partea de material solidară cu moara va fi delimitată de segmentul de cerc A_1KA şi de curbele ABC, CD_1C_1, $C_1B_1A_1$. Partea de material în mişcare liberă este delimitată de parabola A_1K_1A şi curbele ABC, CDC_1, $C_1B_1A_1$. Punctele B şi B_1 sînt determinate prin unghiul la centru 4θ, avînd ca limită inferioară $4\theta_2$ (punctele C şi C_1) şi ca limită superioară unghiul $4\theta_1$ (punctele A şi A_1). Unghiurile θ_1 şi θ_2 delimitează volumul de material care poate fi încărcat într-o moară cu bile.

Considerăm întreaga cantitate de material omogenă şi formată dintr-o infinitate de particule mici. În acest caz este posibil să se împartă cantitatea de material în straturi elementare de grosime $d\rho$ delimitată de o zonă circulară BE_1B_1 şi o zonă parabolică NEB_1.

Pentru simplificare vom neglija influenţa apei care se găseşte în interiorul morii şi vom insista asupra fenomenelor cinematice şi dinamice care au loc în timpul deplasării particulelor de material.

Viteza tangențială a unei particule materiale în momentul desprinderii de pe porțiunea circulară a traiectoriei este:

$$v_0 = \rho \cdot \omega, \tag{1}$$

iar componentele sale:

$$v_{ox} = v_0 \sin\theta; \quad v_{oy} = v_0 \cos\theta. \tag{2}$$

Valoarea forței percutante care ia naștere ca urmare a ciocnirii șuvoiului de material de pereții morii sau de materialul în mișcare împreună cu moara se poate determina folosind teorema impulsului. Pentru un interval de timp infinit mic dt și pentru un șuvoi de mase elementare dm, avem:

$$v \cdot dm = F \cdot dt \tag{3}$$

unde:

v este viteza șuvoiului de material în momentul percuției;

F — forța percutantă.

Masa elementară dm ce se desprinde din punctul B în intervalul de timp dt pentru o fișie de material de grosime $d\rho$ și pentru o lungime a morii egală cu unitatea, este:

$$dm = v_0 \frac{\gamma}{g} d\rho \cdot dt, \tag{4}$$

unde:

γ este greutatea volumetrică a încărcăturii morii.

Forța percutantă corespunzătoare fișiei de grosime $d\rho$ va fi, de asemenea, o mărime infinit mică. Ținînd seama și de relația (4), teorema impulsului devine:

$$v_0 \cdot v \frac{\gamma}{g} \cdot d\rho \cdot dt = dF \cdot dt,$$

de unde:

$$dF = v_0 v \frac{\gamma}{g} \cdot d\rho. \tag{5}$$

Proiectînd relația (5) pe direcția tangentei și normalei principale obținem:

$$\left.\begin{aligned} dF_\tau &= v_0 v_\tau \frac{\gamma}{g} \cdot d\rho \\ dF_\nu &= v_0 v_\nu \frac{\gamma}{g} \cdot d\rho \end{aligned}\right\} \tag{6}$$

unde: $v_\tau = v_x \sin 3\theta + v_y \cos 3\theta;$

$$v_\nu = -v_x \cos 3\theta + v_y \sin 3\theta, \tag{7}$$

iar proiecțiile v_x și v_y au expresiile:

$$v_x = v_0 \sin\theta; \quad v_y = 3 v_0 \cos\theta. \tag{8}$$

Deoarece pentru diferite fișii elementare de material, viteza v face unghiuri diferite cu verticala, vom descompune expresiile (6) după o direcție orizontală și alta verticală. Avem:

$$\left.\begin{aligned} dF_{\tau x} &= v_0 v_{\tau x} \frac{\gamma}{g} \cdot d\rho; & dF_{\tau y} &= v_0 v_{\tau y} \frac{\gamma}{g} \cdot d\rho \\ dF_{\nu x} &= v_0 v_{\nu x} \frac{\gamma}{g} \cdot d\rho; & dF_{\nu y} &= v_0 v_{\nu y} \frac{\gamma}{g} \cdot d\rho \end{aligned}\right\} \tag{9}$$

unde componentele $v_{\tau x}$, $v_{\tau y}$, $v_{\nu x}$, $v_{\nu y}$, ținînd seama și de relațiile (8), se determină cu expresiile:

$$\left.\begin{aligned} v_{\tau x} &= v_\tau \sin 3\theta = \\ &= v_0(\sin\theta \cdot \sin^2 3\theta + 3\cos\theta \cdot \cos 3\theta \cdot \sin 3\theta) \\ v_{\tau y} &= v_\tau \cos 3\theta = \\ &= v_0(\sin\theta \cdot \sin 3\theta \cdot \cos 3\theta + 3\cos\theta \cdot \cos^2 3\theta) \\ v_{\nu x} &= v_\nu \cos 3\theta = \\ &= v_0(3\cos\theta \cdot \sin 3\theta \cdot \cos 3\theta - \sin\theta \cdot \cos^2 3\theta) \\ v_{\nu y} &= v_\nu \sin 3\theta = \\ &= v_0(3\cos\theta \cdot \sin^2 3\theta - \sin\theta \cdot \cos 3\theta \cdot \sin 3\theta) \end{aligned}\right\} \tag{10}$$

Tangentele duse la curbele B_1E_1B în punctele de intersecție cu curbele ABC intersectează diametrul vertical în punctul O_2, în așa fel încît: $O_2O = 2r_0$ (fig. 1), deci în triunghiul O_2OB rezultă:

$$\rho = 2v_0 \cdot \sin\theta,$$

sau diferențiind:

$$d\rho = 2r_0 \cos\theta \, d\theta \tag{11}$$

De asemenea, din literatura de specialitate se știe că:

$$r_0 = \frac{g}{2\omega^2}. \tag{12}$$

Ținînd seama de relațiile (1), (10), (11) și (12) expresiile (9) devin:

$$dF_{\tau x} = 4\gamma r_0^2(\sin^3\theta \cdot \cos\theta \cdot \sin^2 3\theta + 3\cos^2\theta \cdot \sin^2\theta \cdot \sin 3\theta \cdot \cos 3\theta) d\theta$$

$$dF_{\tau y} = 4\gamma r_0^2(\sin^3\theta \cdot \cos\theta \cdot \sin 3\theta \cdot \cos 3\theta + 3\sin^2\theta \cdot \cos^2\theta \cdot \cos^2 3\theta) d\theta$$

$$dF_{\nu x} = 4\gamma r_0^2(3\cos^2\theta \cdot \sin^2\theta \cdot \cos 3\theta \cdot \sin 3\theta - \sin^3\theta \cdot \cos\theta \cdot \cos^3 3\theta) d\theta$$

$$dF_{\nu y} = 4\gamma r_0^2(3\cos^2\theta \cdot \sin^2\theta \cdot \sin^2 3\theta - \sin^3\theta \cdot \cos\theta \cdot \cos 3\theta \cdot \sin 3\theta) d\theta$$

sau :

$$F_{\tau x} = 4\gamma r_0^2\left[\int_{\theta_2}^{\theta_1}\sin^3\theta\cdot\cos\theta\cdot\sin^2 3\theta d\theta + \right.$$

$$\left. + 3\int_{\theta_2}^{\theta_1}\cos^2\theta\cdot\sin^2\theta\cdot\sin 3\theta\cdot\cos 3\theta d\theta\right]$$

$$F_{\tau y} = 4\gamma r_0^2\left[\int_{\theta_2}^{\theta_1}\sin^3\theta\cdot\cos\theta\cdot\sin 3\theta\cdot\cos 3\theta d\theta + \right.$$

$$\left. + 3\int_{\theta_2}^{\theta_1}\sin^2\theta\cdot\cos^2\theta\cdot\cos^2 3\theta d\theta\right]$$

$$F_{vx} = 4\gamma r_0^2\left[3\int_{\theta_2}^{\theta_1}\cos^2\theta\cdot\sin^2\theta\cdot\cos 3\theta\cdot\sin 3\theta d\theta - \right.$$

$$\left. - \int_{\theta_2}^{\theta_1}\sin^3\theta\cdot\cos\theta\cdot\cos^3 3\theta d\theta\right]$$

$$F_{vy} = 4\gamma r_0^2\left[3\int_{\theta_2}^{\theta_1}\cos^2\theta\cdot\sin^2\theta\cdot\sin^2 3\theta d\theta - \right.$$

$$\left. - \int_{\theta_2}^{\theta_1}\sin^3\theta\cdot\cos\theta\cdot\cos^2 3\theta\right.$$

Integrînd expresiile de mai sus, obținem :

$$F_{\tau x} = 4\gamma r_0^2\{[I_1(\theta_1) - I_1(\theta_2)] + 3[I_2(\theta_1) - I_2(\theta_2)]\}$$

unde :

$$I_1(\theta) = \int\sin^2\theta\cdot\cos\theta\cdot\sin^2 3\theta d\theta =$$

$$= \frac{1}{64}\left(-3\cos 2\theta + \frac{\cos 8\theta}{2} - \frac{\cos 10\theta}{5}\right)$$

$$I_2(\theta) = \int\sin^2\theta\cdot\cos^2\theta\cdot\sin 3\theta\cos 3\theta d\theta =$$

$$= \frac{1}{32}\left(\frac{\cos 2\theta}{2} + \frac{\cos 10\theta}{10} - \frac{\cos 6\theta}{3}\right)$$

$$F_{\tau y} = 4\gamma r_0^2\{[I_3(\theta_1) - I_4(\theta_2)] + 3[I_3(\theta_1) - I_3(\theta_2)]\},$$

unde :

$$I_3(\theta) = \int\sin^2\theta\cdot\cos\theta\cdot\sin 3\theta\cdot\cos 3\theta d\theta =$$

$$= \frac{1}{64}\left(-\sin 2\theta + \sin 4\theta - \frac{\sin 8\theta}{2} + \frac{\sin 10\theta}{5}\right)$$

$$I_4(\theta) = \int\sin^2\theta\cdot\cos^2\theta\cdot\cos^3 3\theta d\theta =$$

$$= \frac{1}{16}\left(\theta - \frac{\sin 2\theta}{4} - \frac{\sin 4\theta}{4} + \frac{\sin 6\theta}{6} - \frac{\sin 10\theta}{20}\right)$$

$$F_{vx} = 4\gamma r_0^2\{3[I_2(\theta_1) - I_2(\theta_2)] - [I_5(\theta_1) - I_5(\theta_2)]$$

unde :

$$I_5(\theta) = \int\sin^3\theta\cdot\cos\theta\cdot\cos^2 3\theta d\theta =$$

$$= \frac{1}{32}\left(-\frac{5}{2}\cos 2\theta + \cos 4\theta - \right.$$

$$\left. - \frac{\cos 8\theta}{4} + \frac{\cos 10\theta}{10}\right)$$

$$F_{vy} = 4\gamma r_0^2\{3[I_6(\theta_1) - I_6(\theta_2) - [I_3(\theta_1) - I_3(\theta_2)]\}$$

unde :

$$I_6(\theta) = \int\cos^2\cdot\theta\sin^2\theta\cdot\sin^2 3\theta d\theta =$$

$$= \frac{1}{16}\left(\theta + \frac{\sin 2\theta}{4} - \frac{\sin 4\theta}{4} + \frac{\sin 6\theta}{6} + \frac{\sin 10\theta}{20}\right)$$

Grupînd în mod convenabil termenii care intervin în expresiile lui

$$F_{\tau x},\ F_{\tau y},\ F_{vx},\ F_{vy}$$

acestea devin :

$$\left.\begin{aligned} F_{\tau x} &= 4\gamma r_0^2[\Phi_1(\theta_1) - \Phi_1(\theta_2);\\ F_{\tau y} &= 4\gamma r_0^2[\Phi_2(\theta_1) - \Phi_2(\theta_2)];\\ F_{vx} &= 4\gamma r_0^2[\Phi_3(\theta_1) - \Phi_3(\theta_2)];\\ F_{vy} &= 4\gamma r_0^2[\Phi_4(\theta_1) - \Phi_4(\theta_2)];\end{aligned}\right\} \quad (13)$$

unde :

$$\left.\begin{aligned} &\Phi_1(\theta) = I_1(\theta) + 3I_2(\theta) =\\ &= \frac{1}{640}(-20\cos 6\theta + 5\cos 8\theta + 4\cos 20\theta)\\ &\Phi_2(\theta) = I_3(\theta) + 3I_4(\theta) =\\ &= \frac{1}{640}(120\theta - 40\sin 2\theta - 20\sin 4\theta +\\ &+ 20\sin 6\theta - 5\sin 8\theta - 4\sin 10\theta)\\ &\Phi_3(\theta) = 3I_2(\theta) - I_5(\theta) =\\ &= \frac{1}{640}(80\cos 2\theta - 20\cos 4\theta - 20\cos 6\theta +\\ &+ 5\cos 8\theta + 4\cos 10\theta)\\ &\Phi_4(\theta) = 3I_6(\theta) - I_3(\theta) =\\ &= \frac{1}{640}(120\theta + 40\sin 2\theta - 40\sin 4\theta -\\ &- 20\sin 6\theta + 5\sin 8\theta + 4\sin 10\theta)\end{aligned}\right\} \quad (14)$$

Din relaţiile (13) putem determina valorile forţelor F_τ şi F_ν :

$$F_\tau = 4\gamma r_0^2 \sqrt{[\Phi_1(\theta_1) - \Phi_1(\theta_2)]^2 + [\Phi_2(\theta_1) - \Phi_2(\theta_2)]^2} \tag{15}$$

$$F_\nu = 4\gamma r_0^2 \sqrt{[\Phi_3(\theta_1) - \Phi_3(\theta_2)]^2 + [\Phi_4(\theta_1) - \Phi_4(\theta_2)]^2} \tag{16}$$

Unghiurile pe care le fac cele două forţe cu diametrul vertical al morii conform figurii 2 sînt :

$$\operatorname{tg}\varphi_1 = \frac{F_{\tau y}}{F_{\tau x}} = \frac{\Phi_2(\theta_1) - \Phi_2(\theta_2)}{\Phi_1(\theta_1) - \Phi_1(\theta_2)}$$

$$\operatorname{tg}\varphi_0 = \frac{F_{\nu x}}{F_{\nu y}} = \frac{\Phi_3(\theta_1) - \Phi_3(\theta_2)}{\Phi_4(\theta_1) - \Phi_4(\theta_2)}$$

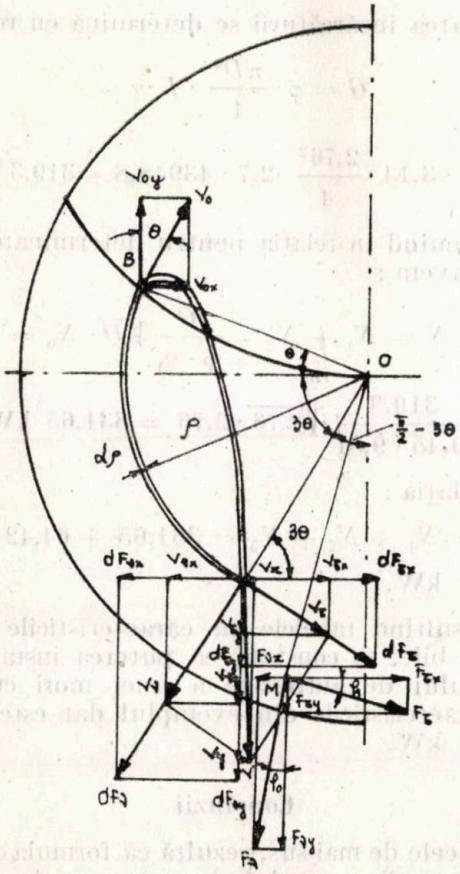


Fig. 2

Vom determina braţul momentului forţei F_τ în raport cu centrul 0 al morii (fig. 2). Avem :

$$M_0 = OM \cdot F_\tau$$

Momentul elementar corespunzător forţei dF este :

$$dM_0 = \rho \cdot dF_\tau = v_0 \cdot v_\tau \frac{\gamma}{g} \rho \cdot d\rho,$$

sau :

$$dM_0 = 8r_0^3 \cdot \gamma(\sin^4\theta \cdot \cos\theta \cdot \sin 3\theta + 3\sin^3\theta \cdot \cos^2\theta \cdot \cos 3\theta_2)d\theta.$$

Integrînd obţinem :

$$M_0 = 8r_0^3\gamma\{[I_7(\theta_1) - I_7(\theta_2)] + 3[I_8(\theta_1) - I_8(\theta_2)],$$

unde :

$$I_7(\theta) = \int \sin^4\theta \cdot \cos\theta \cdot \sin 3\theta \, d\theta =$$

$$= \frac{1}{32}\left(-\cos 2\theta - \cos 4\theta + \cos 6\theta - \frac{\cos 8\theta}{4}\right)$$

$$I_8(\theta) = \int \cos^2\theta \cdot \sin^3\theta \cdot \cos 3\theta \, d\theta =$$

$$= \frac{16}{4}\left(3\cos 2\theta - \cos 4\theta - \frac{\sin 8\theta}{4}\right).$$

Grupînd convenabil termenii care intervin în expresia lui M_0 avem :

$$M_0 = 8r_0^3 \cdot \gamma[\Phi_5(\theta_1) - \Phi_5(\theta_2)], \tag{17}$$

unde :

$$\Phi_5(\theta) = I_7(\theta) + 3I_8(\theta) = \frac{1}{64}\left(7\cos 2\theta - 5\cos 4\theta + 2\cos 6\theta - \frac{\cos 8\theta}{2} - \frac{3}{4}\sin 8\theta\right). \tag{18}$$

Mărimea braţului OM va fi deci :

$$OM = \frac{M_0}{F_\tau} \frac{2r_0[\Phi_5(\theta_1) - \Phi_5(\theta_2)]}{\sqrt{[\Phi_1(\theta_1) - \Phi_1(\theta_2)]^2 + [\Phi_2(\theta_1) - \Phi_2(\theta_2)]^2}} \tag{19}$$

Momentul M_0 se opune tendinţei de rotaţie a morii, deci la calculul puterii motorului de antrenare va trebui luat în considerare. Deci în locul relaţiei de calcul a puterii de antrenare a morii :

$$N = N_1 + N_2$$

este necesar să se folosească relaţia :

$$N = N_1 + N_2 + N_3$$

unde :

$$N_3 = \frac{2\pi L \cdot n \cdot M_0}{60 \cdot 102} =$$

$$= \frac{16 \cdot \pi \cdot L \cdot n \cdot r_0^3 \cdot \gamma[\Phi_5(\theta_1) - \Phi_5(\theta_2)]}{60 \cdot 102} \tag{20}$$

L fiind lungimea morii.

În cele ce urmează se ilustrează printr-un exemplu de calcul modul de determinare a forţelor percutante F_τ şi F_v şi a puterii N_3 avînd următoarele date iniţiale:

$$D = 2{,}76 \text{ m}; \quad \theta_1 = 42°; \quad \theta_2 = 20°;$$

$$\gamma = 43.948{,}8 \text{ N/m}^3; \quad L = 2{,}7 \text{ m};$$

$$n = 19 \text{ rot/min}; \quad \omega = 1{,}99 \text{ s}^{-1}$$

Valorile unghiurilor θ_1 şi θ_2 se determină în funcţie de încărcătură, dimensiunile morii şi regimul de lucru al morii, folosind relaţiile din literatura de specialitate.

Funcţiile $\Phi_i(\theta_k)$ $(i = 1, 2, 3, 4, 5$ şi $k = 1,2)$ date de relaţiile (19) şi (20) au următoarele valori:

	k \ i	1	2	3	4	5
$\Phi_i(\theta)$	θ_1	0,0199	0,0369	0,0635	0,218	0,0759
	θ_2	0,00242	0,021	0,0928	0,0176	0,058

Din relaţia (12) rezultă:

$$r_0 = \frac{g}{2\omega^2} = \frac{9{,}81}{2 \cdot 1{,}99^2} = 1{,}24 \text{ m}.$$

Determinăm cu ajutorul relaţiilor (15) şi (16) valorile forţelor F_τ şi F_v pentru un metru de lungime de masă:

$$F_\tau = 4\gamma r_0^2 \sqrt{[\Phi_1(\theta_1) - \Phi_1(\theta_2)]^2 + [\Phi_2(\theta_1) - \Phi_2(\theta_2)]^2} =$$

$$= 4 \cdot 43948{,}8 \cdot 1{,}24^2 \cdot$$

$$\cdot \sqrt{(0{,}0199 - 0{,}00242)^2 + (0{,}0369 - 0{,}021)^2} =$$

$$= 6387{,}15 \text{ N/m},$$

$$F_v = 4\gamma r_0^2 \sqrt{[\Phi_3(\theta_1) - \Phi_3(\Phi_2)]^2 + [\Phi_4(\theta_1) - \Phi_4(\theta_2)]^2} =$$

$$= 4 \cdot 43948{,}8 \cdot 1{,}24^2 \cdot$$

$$\cdot \sqrt{(0{,}0635 - 0{,}0928)^2 + (0{,}218 - 0{,}0176)^2} =$$

$$= 54445{,}5 \text{ N/m}$$

Valoarea momentului M_0 corespunzător unui metru de lungime de moară se determină cu relaţia (19):

$$M_0 = 8\gamma r_0^3 [\Phi_5(\theta_1) - \Phi_5(\theta_2)] =$$

$$= 8 \cdot 43948{,}8 \cdot 1{,}24^3 (0{,}0759 - 0{,}058) =$$

$$= 11\,999{,}27 \text{ N/m}.$$

Puterea corespunzătoare N_3 va fi:

$$N_3 = \frac{2 \cdot \pi \cdot L \cdot n \cdot M_0}{60 \cdot 102} =$$

$$= \frac{2 \cdot 3{,}14 \cdot 2{,}7 \cdot 19 \cdot 11\,999{,}27}{60 \cdot 102} = 64{,}42 \text{ kW}.$$

Se determină în continuare valoarea $N = N_1 + N_2$. Pentru $\varphi = 45\%$; $\psi = 85\%$ avem:

$$N_0 = 2{,}76 \text{ kW}.$$

Greutatea încărcăturii se determină cu relaţia:

$$G = \varphi \cdot \frac{\pi D^4}{4} \cdot L \cdot \gamma =$$

$$= 0{,}45 \cdot 3{,}14 \cdot \frac{2{,}76^2}{4} \cdot 2{,}7 \cdot 43948{,}8 = 319{,}3 \text{ kN}.$$

Înlocuind în relaţia pentru determinarea puterii, avem:

$$N = N_1 + N_2 = \frac{G}{\varphi \cdot \gamma_1} \sqrt{D} \cdot N_0 =$$

$$= \frac{319{,}3}{0{,}45 \cdot 9{,}81} \cdot \sqrt{2{,}76} \cdot 2{,}76 = 331{,}65 \text{ kW}.$$

Cu relaţia:

$$N = N_1 + N_2 + N_3 = 331{,}65 + 64{,}42 =$$

$$= 396 \text{ kW}.$$

Consultînd tabelele cu caracteristicile morilor cu bile, se constată că puterea instalată a motorului de antrenare a unei mori cu bile cu caracteristicile din exemplul dat este $N = 380$ kW.

Concluzii

Din cele de mai sus, rezultă că formula de calcul a puterii motorului de antrenare la morile cu bile, din literatura de specialitate, trebuie corectată cu încă un termen ce reprezintă momentul rezistent ce se opune tendinţei de rotaţie a morii.

Brigăzile mixte (complexe), formă superioară de organizare a muncii la lucrările miniere din subteran

Dr. ing. V. Iga
I.C.P.M.S.N. Cluj-Napoca

În activitatea din subteran a unităţilor miniere, adîncirea diviziunii muncii duce nu la o continuă îndepărtare a specialităţilor, respectiv a profesiilor, ci la o anumită apropiere între ele. Adîncirea specializării profesionale se realizează concomitent cu lărgirea calificării, în sensul însuşirii mai multor meserii, în principal ca urmare a perfecţionării maşinilor şi utilajelor.

Practica arată că specializarea îngustă este una din cauzele apariţiei unor pierderi de timp în utilizarea forţei de muncă. În acest sens, pentru stimularea policalificării, la fronturile de lucru din subteran se pot organiza brigăzi mixte (complexe), adică în formaţiile de lucru existente să fie inclus şi lăcătuşul de întreţinere.

Avantajele introducerii lăcătuşului în brigadă sînt :

- executarea operativă şi fără pierderi de timp a intervenţiei asupra utilajelor din dotarea brigăzii ;
- creşterea calităţii reparaţiilor şi intervenţiilor ;
- posibilitatea ca şi ceilalţi membri să-şi însuşească unele operaţii de întreţinere şi reparare a utilajelor ;
- posibilitatea ca lăcătuşul de intervenţie, în partea ce-i rămîne neocupată din fondul de timp, să manipuleze unele utilaje (de pildă, să efectueze operaţia de încărcare a minereului cu maşina de încărcat MIS—IP) ;
- creşterea producţiei realizate de către brigadă şi a cîştigului obţinut de membrii acesteia.

Considerăm că o asemenea formă de organizare colectivă a muncii asigură folosirea mai bună a fondului de timp al maşinilor, încărcarea mai raţională a muncitorilor, ridică pe o treaptă superioară spiritul de răspundere individuală şi colectivă al tuturor membrilor brigăzii, fapt ce le permite să obţină rezultate mai bune în muncă.

Revoluţia ştiinţifico-tehnică generează, în minerit ca şi în celelalte domenii ale muncii industriale, următoarele tendinţe :

— sporirea — sub influenţa creşterii complexităţii utilajelor — a nivelului calificării forţei de muncă şi a ponderii muncii complexe ;

— cristalizarea, la nivelul muncitorului colectiv — corespunzător mijloacelor perfecţionate — a unui tip de muncă complexă cu conţinut nou, constînd din amplificarea elementelor creatoare în detrimentul celor monotone, de uzură, şi din reducerea ponderii muncii fizice grele. Tot mai mult lucrătorii din subteran execută lucrări în care elementele intelectuale se îmbină armonios cu munca fizică, întrevăzîndu-se detaşarea tot mai pronunţată a rezultatelor obţinute, de calităţile fizice ale muncitorului.

Aceste aspecte pledează şi ele în favoarea introducerii în brigada mixtă a lăcătuşului de intervenţie, ţinînd seama de complexitatea muncii pe care el o prestează.

În practică, fiecare muncă se manifestă sub forma cheltuirii, în proporţii diferite, de energie nervoasă şi energie fizică. Solicitarea forţei de muncă diferă în funcţie de momentul acţionării asupra obiectului muncii, de participarea la pregătirea producţiei sau la desfăşurarea ei, de rolul jucat în utilizarea mijloacelor de muncă — conducerea sau servirea lor.

În literatura de specialitate este recomandată următoarea formulă pentru determinarea coeficientului de reducere a muncii complexe la munca simplă (Cr) :

$$Cr = \frac{Ccm1}{Ccm2} =$$

$$= \frac{8\,Tic1 + 5{,}66\,Tir1 + 3{,}33\,Tfv1 + Tfr1}{8\,Tic2 + 5{,}66\,Tir2 + 3{,}33\,Tfv2 + Tfr2}$$

în care :

$Ccm1$ şi $Ccm2$ — coeficienţii complexităţii muncilor analizate, exprimaţi în timpi de muncă ponderaţi ;

$Tic1$ şi $Tic2$ — ponderea timpului de muncă afectat executării lucrărilor care reclamă muncă predominant intelectuală, cu caracter creator, în timpul necesar prestării muncilor supuse reducerii ;

$Tir1$ şi $Tir2$ — ponderea timpului de muncă afectat executării lucrărilor care reclamă munca predominant intelectuală, puţin creatoare, în timpul executării muncilor supuse reducerii ;

$Tfv1$ ş $Tfv2$ — ponderea timpului de muncă afectat executării lucrărilor care reclamă muncă fizică, repetitivă, monotonă, în timpul de executare a muncilor supuse reducerii.

Nota redacţiei : Forma de organizare a formaţiilor propusă de dr. ing. V. Iga se află în prezent, cu rezultate bune, în unităţile de extracţie din subteran a cărbunelui şi, în principal, în unităţile miniere din Valea Jiului.

Aplicînd această formulă la specificul lucrărilor din subteran, s-a calculat pe diferite categorii de lucrători și genuri de muncă, structura timpului de muncă, ce este dată în tabelul 1.

Tabelul 1

Structurarea timpului de muncă al muncitorilor din subteran pe genuri de muncă

Nr. crt.	Categorii de lucrători	Natura funcțiilor de muncă — procente în timpul total de muncă							
		predominant intelectuală creatoare,		predominant intelectuală puțin creatoare		predominant fizică variată,		predominant repetitivă bazată pe efort fizic,	
		min	%	min	%	min	%	min	%
1	Miner categ. V								
	a — încărcare manuală	3,05	0,8	143,65	37,9	145,50	38,4	86,80	22,90
	b — încărcare mecanică	19,60	5,2	176,70	46,4	112,95	29,8	69,75	18,40
2	Miner categ. IV								
	a — încărcare manuală	—	—	102,70	27,10	50,00	13,2	226,3	59,7
	b — încărcare mecanică	1,90	0,5	157,70	41,60	114,8	30,3	104,6	27,6
3	Miner categ. III								
	a — încărcare manuală	—	—	22,4	5,9	2,6	0,7	354,0	93,4
	b — încărcare mecanică	—	—	43,6	11,5	43,6	11,5	291,8	77,0
4	Muncitor la rostogol colector în subteran	—	—	—	—	—	—	379,0	100
5	Lăcătuș mecanic întreținere-reparații utilaje	—	—	129	34,03	118	31,13	132	38,84

Observație. În calculul făcut nu se cuprinde timpul de pregătire și încheiere ($T_{pîg}$ = 101 min.).

Coeficienții complexității muncii, calculați pe această bază, sînt, de pildă:

a — pentru miner categ. V — încărcare mecanizată:

$$C_{cm}1 = 8 \cdot 5{,}2 + 5{,}66 \cdot 4{,}66 + 3{,}33 \cdot 29{,}8 + 18{,}4 = 422{,}9$$ timpi de muncă ponderați;

b — pentru miner categ. IV, încărcare mecanizată:

$$C_{cm}2 = 8 \cdot 1{,}9 + 5{,}66 \cdot 41{,}6 + 3{,}33 \cdot 30{,}3 + 27{,}6 = 379{,}14$$ timpi de muncă ponderați;

c — pentru miner categ. III, încărcare mecanică:

$$C_{cm}3 = 8 + 5{,}66 \cdot 11{,}5 + 3{,}33 \cdot 11{,}5 + 66 = 179{,}2$$ timpi de muncă ponderați;

d — pentru lăcătuș mecanic întreținere-reparații de utilaje în subteran:

$$C_{cm}5 = 8 + 5{,}66 \cdot 34{,}03 + 3{,}33 \cdot 31{,}13 + 34{,}84 = 331{,}7$$ timpi de muncă ponderați.

Determinarea coeficienților de complexitate a muncilor a permis ierarhizarea profesiilor analizate în funcție de coeficienți:

— minerul categ. V, față de miner categ. IV, 1,12;

— miner categ. V, față de miner categ. III, 2,36;

— miner categ. V, față de lăcătuș mecanic, 1,27;

— miner categ. V, față de muncitor rostogol, 4,23;

— miner categ. IV, față de lăcătuș mecanic, 1,14.

Se observă o apropiere, din punctul de vedere al complexității muncii, între miner categ. IV și lăcătuș mecanic, fapt ce justifică și mai mult introducerea acestuia în formațiile de lucru de la front, ceea ce dă posibilitatea ca, pe ansamblul formației, timpii de muncă ponderați să fie mai mari, adică să se execute mai multă muncă complexă. Or, este știut că forța de muncă prestatoare a unei munci cu complexitate mai mare creează, în aceeași unitate de timp, o valoare mai mare decît forța de muncă care prestează o muncă de complexitate inferioară.

Formarea de brigăzi mixte (complexe) contribuie deci, prin efectele sale, la o mai bună utilizare a forței de muncă în activitatea din subteran. În toate lucrările de la front (abataje, înaintări, redeschideri) lăcătușii de întreținere-reparații pot fi introduși în formațiile de lucru, iar activitățile pe care le vor presta (revizii, întreținere și reparații curente la utilajele din dotare — mașini de încărcat, perforatoare; montarea de conducte de apă și aer comprimat, tuburi de aeraj; în timpul disponibil — manipularea utilajelor respective, pentru încărcarea minereului sau perforarea frontului), vor contribui, într-o măsură sporită, la creșterea productivității muncii, a cantității minereului extras.

Bibliografie

[1] Cazacu, H. ș.a. *Factorii sociali ai productivității muncii*. Ed. Academiei R.S.R., București, 1970.

[2] Hutira, T. *Progresul tehnic și calificarea forței de muncă în industria R.S.R.* Cluj Napoca, 1978

[3] Luca, Al. *Studiul și normarea muncii în industria minieră* — Editura tehnică, București, 1974.

Calculul complet pentru cimentarea unei coloane cu diametrul de 3 950 mm folosite în scopuri miniere (II)

Conf. dr. ing. G. Iordache
Institutul de petrol şi gaze Ploieşti

IV. Starea de tensiune din coloană

Pentru stabilirea stării de tensiune din coloana de burlane se vor avea în vedere următoarele etape distincte :

a — tubarea completă a coloanei echipată cu toate accesoriile în fluidul cu $\gamma = 1{,}27$ daN/dm³ ;

b — cimentarea şiului şi a unei părţi din primul tronson pe înălţimea $h_1 = 5{,}68$ m ;

c — cimentarea celorlalte tranşe cu precizarea lungimilor de coloană încastrate în piatra de ciment.

a. Pentru prima etapă efortul unitar de tracţiune se calculează pentru coloana tubată, dar necimentată respectiv,

$$\sigma_{ti} = \frac{\sum_{i=1}^{6} F_{fi}}{A_i}, \qquad (35)$$

iar coeficientul de siguranţă

$$c_{si} = \frac{\sigma_a}{\sigma_{ti}}, \qquad (36)$$

în care σ_a reprezintă limita admisibilă de curgere a materialului burlanelor ($\sigma_a = 2\,635$ daN/cm²).

Pentru primul tronson, conform tabelului 1,

$$\sigma_{t1} = \frac{F_{f1}}{A_1} = \frac{F_{T1} f_f}{A_1} = \frac{65{,}65 \cdot 10^3 \cdot 0{,}8369}{6\,280} =$$

$$= 8{,}749 \text{ daN/cm}^2,$$

$$c_{s1} = \frac{2635}{8{,}749} = 301{,}1 \cdot$$

Pentru tronsoanele următoare [1],

$$\sigma_{t2} = \frac{\sum_{i=1}^{2} F_{fi}}{A_2} = \frac{\sum_{i=1}^{2} F_{Ti} f_f}{A_2} =$$

$$= \frac{615{,}75 \cdot 10^3 \cdot 0{,}8369}{6\,280} = 82{,}057 \text{ daN/cm}^2,$$

$$c_{s2} = \frac{2\,635}{82{,}057} = 32{,}12 ;$$

$$\sigma_{t3} = \frac{\sum_{i=1}^{3} F_{fi}}{A_3} = \frac{\sum_{i=1}^{3} F_{Ti} f_f}{A_3} =$$

$$= \frac{1\,149{,}75 \cdot 10^3 \cdot 0{,}8369}{5\,645} = 170{,}46 \text{ daN/cm}^2 =$$

$$c_{s3} = \frac{2\,635}{170} = 15{,}5 ;$$

$$\sigma_{t4} = \frac{\sum_{i=1}^{4} F_{fi}}{A_4} = \frac{\sum_{i=1}^{4} F_{Ti} f_f}{A_4} =$$

$$= \frac{1\,294{,}35 \cdot 10^3 \cdot 0{,}8369}{5\,012} = 216{,}13 \text{ daN/cm}^2,$$

$$c_{s4} = \frac{2\,635}{216} = 13{,}19 ;$$

$$\sigma_{t5} = \frac{\sum_{i=1}^{5} F_{fi}}{A_5} = \frac{\sum_{i=1}^{5} F_{Ti} f_f}{A_5} =$$

$$= \frac{1\,703{,}85 \cdot 10^3 \cdot 0{,}8369}{4\,759} = 299{,}63 \text{ daN/cm}^2,$$

$$c_{s5} = \frac{2\,635}{299{,}65} = 8{,}78 ;$$

$$\sigma_{t6} = \frac{\sum_{i=1}^{6} F_{fi}}{A_6} = \frac{\sum_{i=1}^{6} F_{Ti} f_f}{A_6} =$$

$$= \frac{2\,220{,}15 \cdot 10^3 \cdot 0{,}8369}{3\,749} = 495{,}61 \text{ daN/cm}^2,$$

$$c_{s2} = \frac{2\,635}{495{,}61} = 5{,}32.$$

Din relaţiile (35) şi (36) cu o valoare prestabilită pentru rezistenţa la compresiune a materialului din care sînt confecţionate bacurile de sprijin ale cilindrilor hidraulici, se pot de-

termina suprafaţa necesară a acestora sau coeficientul de siguranţă :

$$c_{si} = \frac{\sigma_a A_{ic}}{\sum_{i=1}^{6} F_{fi}}, \text{ sau } A_{ic} = \frac{c_{si} \sum_{i=1}^{6} F_{fi}}{\sigma_a}, \quad (37)$$

cu observaţia că acum A_{ic} reprezintă suprafaţa de contact dintre cintra de sprijin şi bacurile cilindrilor hidraulici verticali.

b. După cimentarea şiului şi a unei părţi din primul tronson ($h_1 = 5{,}68$ m), respectiv după *încastrarea* acestuia, o parte din forţa provenită din greutatea coloanei este preluată prin intermediul cintrelor de către piatra de ciment [1]; în aceste condiţii, forţa de tracţiune măsurată la suprafaţă după întărirea cimentului din tranşa întîi,

$$\underline{1}\ F_{c1} = \sum_{i=1}^{6} F_{fi} - F_{fic},$$

în care

$$\sum_{i=1}^{6} F_{fi} = \sum_{i=1}^{6} F_{Ti} f_f, \quad (38)$$

$$F_{fi,c} = F_{f1} \frac{h_1}{l_1},$$

iar

$$F_{f1} = F_{T1} f_f.$$

Din tabelul 1 şi figura 5 *a*,

$$\sum_{i=1}^{6} F_{Ti} = 2\,220{,}15 \cdot 10^3 \text{ daN},$$

$$F_{T1} = 65{,}65 \cdot 10^3 \text{ daN},$$

$$l_1 = 10 \text{ m}, \ h_1 = 5{,}68 \text{ m};$$

pentru factorul de flotabilitate

$$f_f = 0{,}8369,$$

$$\sum_{i=1}^{6} F_{fi} = 2\,220{,}15 \cdot 10^3 \cdot 0{,}8369 = 1\,858{,}8 \cdot 10^3 \text{ daN},$$

$$F_{f1} = 65{,}65 \cdot 10^3 \cdot 0{,}8369 = 54{,}94 \cdot 10^3 \text{ daN},$$

$$F_{f1,c} = 54{,}94 \cdot 10^3 \frac{56{,}8}{10} = 31{,}20 \cdot 10^3 \text{ daN},$$

$$F_{c1} = 1\,858{,}8 \cdot 10^3 - 31{,}20 \cdot 10^3 = 1\,826{,}8 \cdot 10^3 \text{ daN}.$$

În a doua tranşă de cimentare cu lungimea $h_2 = 16$ m, se cimentează partea superioară a tronsonului întîi (notată cu h_2') şi partea inferioară a tronsonului al doilea (h_2''), astfel că

$$h_2' = l_1 - h_1 = 10 - 5{,}68 = 4{,}32 \text{ m},$$

$$h_2'' = h_1 + h_2 - l_1 = 5{,}68 + 16 - 10 = 11{,}68 \text{ m},$$

iar forţa provenită din greutatea coloanei după întărirea cimentului din a doua tranşă

$$\underline{2}\ F_{c2} = F_{c1} - F_{f2,c}, \quad (39)$$

în care

$$F_{f2,c} = F_{f1} \frac{h_2'}{l_1} + F_{f2} \frac{h_2''}{l_2},$$

$$F_{f2} = F_{T2} f_f = 550{,}10 \cdot 10^3 \cdot 0{,}8369 = 460{,}38 \cdot 10^3 \text{ daN},$$

$$l_2 = 75{,}60 \text{ m (fig. 5 } a),$$

$$F_{f2,c} = 54{,}94 \cdot 10^3 \frac{4{,}32}{10} + 460{,}38 \cdot 10^3 \frac{11{,}68}{75{,}60} = 94{,}86 \cdot 10^3 \text{ daN},$$

$$F_{c2} = 1\,826{,}8 \cdot 10^3 - 94{,}86 \cdot 10^3 = 1\,731{,}94 \cdot 10^3 \text{ daN}.$$

$$\underline{3}\ F_{c3} = F_{c2} - F_{f3,c}, \quad (40)$$

în care

$$F_{f3,c} = \ldots = F_{f6,c} = F_{f2} \frac{h_3}{l_2},$$

$$h_3 = 16 \text{ m (fig. 5 } a),$$

$$F_{f2} = 460{,}38 \cdot 10^3 \text{ daN},$$

$$F_{f3,c} = 460{,}38 \cdot 10^3 \frac{16}{75{,}60} = 97{,}43 \cdot 10^3 \text{ daN},$$

$$F_{c3} = 1\,731{,}93 \cdot 10^3 - 97{,}43 \cdot 10^3 = 1\,634{,}51 \cdot 10^3 \text{ daN}.$$

$$\underline{4}\ F_{c4} = F_{c3} - F_{f4,c} \quad (41)$$

$$F_{f4,c} = 97{,}43 \cdot 10^3,$$

$$F_{c4} = 1\,634{,}51 \cdot 10^3 - 97{,}43 \cdot 10^3 = 1\,537{,}08 \cdot 10^3 \text{ daN}.$$

$$\underline{5}\ F_{c5} = F_{c4} - F_{f5,c} \quad (42)$$

$$F_{f5,c} = 97{,}43 \cdot 10^3 \text{ daN},$$

$$F_{c5} = 1\,537{,}08 \cdot 10^3 - 97{,}43 \cdot 10^3 = 1\,439{,}64 \cdot 10^3 \text{ daN}.$$

$$\underline{6}\ F_{c6} = F_{c5} - F_{f6,c}; \quad (43)$$

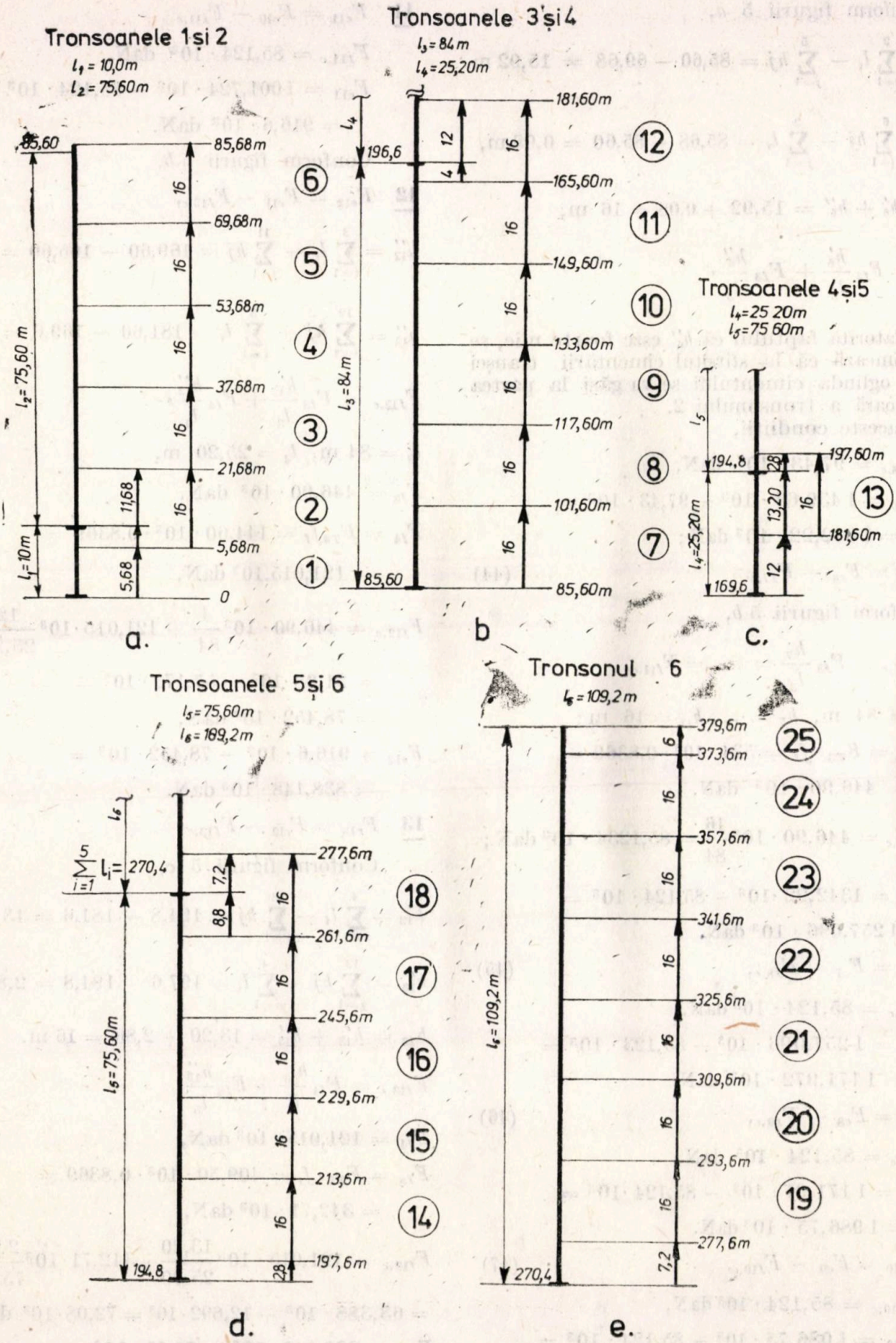


Fig. 5. Schematizarea cimentării în tranșe a tronsoanelor cu lungimile l_i

Conform figurii 5 *a*,

$$h'_6 = \sum_{i=1}^{2} l_i - \sum_{j=1}^{5} hj = 85{,}60 - 69{,}68 = 15{,}92\ \text{m},$$

$$h''_6 = \sum_{j=1}^{6} hj - \sum_{j=1}^{2} l_i = 85{,}68 - 85{,}60 = 0{,}08\ \text{m},$$

$$h_6 = h'_6 + h''_6 = 15{,}92 + 0{,}08 = 16\ \text{m},$$

$$F_{f6,c} = F_{f2}\frac{h'_6}{l_2} + F_{f3}\frac{h''_6}{l_3},$$

dar, datorită faptului că h''_6 este foarte mic, se aproximează că la sfîrșitul cimentării tranșei a 6-*a* oglinda cimentului se va găsi la partea superioară a tronsonului 2.

În aceste condiții,

$$F_{f6,c} = 97{,}43 \cdot 10^3\ \text{daN},$$

$$F_{c6} = 1\,439{,}64 \cdot 10^3 - 97{,}43 \cdot 10^3 = 1\,342{,}22 \cdot 10^3\ \text{daN};$$

7 $F_{c7} = F_{c6} - F_{f7,c}$ (44)

Conform figurii 5 *b*,

$$F_{f7,c} = F_{f3}\frac{h_7}{l_3} = \ldots = F_{f11,c},$$

$$l_3 = 84\ \text{m},\ h_7 = \ldots h_{11} = 16\ \text{m};$$

$$F_{f3} = F_{T3} \cdot f_f = 534 \cdot 10^3 \cdot 0{,}8369 = 446{,}90 \cdot 10^3\ \text{daN},$$

$$F_{f7,c} = 446{,}90 \cdot 10^3 \frac{16}{84} = 85{,}1234 \cdot 10^3\ \text{daN};$$

$$F_{c7} = 1342{,}22 \cdot 10^3 - 85{,}124 \cdot 10^3 = 1\,257{,}096 \cdot 10^3\ \text{daN}.$$

8 $F_{c8} = F_{c7} - F_{f8,c}$, (45)

$$F_{f8,c} = 85{,}124 \cdot 10^3\ \text{daN},$$

$$F_{c8} = 1\,257{,}096 \cdot 10^3 - 85{,}123 \cdot 10^3 = 1\,171{,}972 \cdot 10^3\ \text{daN}.$$

9 $F_{c9} = F_{c8} - F_{f9,c}$, (46)

$$F_{f9,c} = 85{,}124 \cdot 10^3\ \text{daN};$$

$$F_{c9} = 1\,171{,}97 \cdot 10^3 - 85{,}124 \cdot 10^3 = 1\,986{,}75 \cdot 10^3\ \text{daN}.$$

10 $F_{c10} = F_{c9} - F_{f10,c}$, (47)

$$F_{f10,c} = 85{,}124 \cdot 10^3\ \text{daN},$$

$$F_{c10} = 1\,086{,}75 \cdot 10^3 - 85{,}124 \cdot 10^3 = 1\,001{,}724 \cdot 10^3\ \text{daN}.$$

11 $F_{c11} = F_{c10} - F_{f11,c}$ (48)

$$F_{f11,c} = 85{,}124 \cdot 10^3\ \text{daN},$$

$$F_{c11} = 1\,001{,}724 \cdot 10^3 - 85{,}124 \cdot 10^3 = 916{,}6 \cdot 10^3\ \text{daN}.$$

Conform figurii 5 *b*,

12 $F_{c12} = F_{c11} - F_{f12,c}$, (49)

$$h''_{12} = \sum_{i=1}^{3} l_i - \sum_{j=1}^{11} hj = 169{,}60 - 165{,}60 = 4\ \text{m},$$

$$h''_{12} = \sum_{j=1}^{12} hj - \sum_{i=1}^{3} l_i = 181{,}60 - 169{,}6 = 12\ \text{m},$$

$$F_{f12,c} = F_{f3}\frac{h'_{12}}{l_3} + F_{f4}\frac{h''_{12}}{l_4},$$

$$l_3 = 84\ \text{m},\ l_4 = 25{,}20\ \text{m},$$

$$F_{f3} = 446{,}90 \cdot 10^3\ \text{daN},$$

$$F_{f4} = F_{T4} f_f = 144{,}60 \cdot 10^3 \cdot 0{,}8369 = 121{,}015.10^3\ \text{daN},$$

$$F_{f12,c} = 446{,}90 \cdot 10^3 \frac{4}{84} + 121{,}015 \cdot 10^3 \frac{12}{25{,}20} = 21{,}28 \cdot 10^3 + 57{,}172 \cdot 10^3 = 78{,}452 \cdot 10^3\ \text{daN},$$

$$F_{c12} = 916{,}6 \cdot 10^3 - 78{,}452 \cdot 10^3 = 838{,}148 \cdot 10^3\ \text{daN}.$$

13 $F_{c13} = F_{c12} - F_{f13,c}$ (50)

Conform figurii 5 *c*,

$$h'_{13} = \sum_{i=1}^{4} l_i - \sum_{j=1}^{12} hj = 194{,}8 - 181{,}6 = 13{,}20\ \text{m},$$

$$h''_{13} = \sum_{j=1}^{13} hj - \sum_{i=1}^{4} l_i = 197{,}6 - 194{,}8 = 2{,}80\ \text{m}.$$

$$h_{13} = h'_{13} + h''_{13} = 13{,}20 + 2{,}80 = 16\ \text{m}.$$

$$F_{f13,c} = F_{f4}\frac{h'_{13}}{l_4} + F_{f5}\frac{h''_{13}}{l_5}.$$

$$F_{f4} = 121{,}015 \cdot 10^3\ \text{daN},$$

$$F_{f5} = F_{T5} \cdot f_f = 409{,}50 \cdot 10^3 \cdot 0{,}8369 = 342{,}71 \cdot 10^3\ \text{daN},$$

$$F_{f13,c} = 121{,}015 \cdot 10^3 \frac{13{,}20}{25{,}20} + 342{,}71 \cdot 10^3 \frac{2{,}80}{75{,}60} = 63{,}388 \cdot 10^3 + 12{,}692 \cdot 10^3 = 72{,}08 \cdot 10^3\ \text{daN},$$

$$F_{c13} = 838{,}148 \cdot 10^3 - 76{,}08 \cdot 10^3 = 762{,}068 \cdot 10^3\ \text{daN}.$$

Conform figurii 5 *d*,

$$F_{f14c} = F_{f5}\frac{h_{14}}{l_5} = \ldots = F_{f17,c},$$

$h_{14} = \ldots = h_{17} = 16$ m, $l_5 = 75{,}60$ m,

$F_{f5} = F_{T5} \cdot f_f = 409{,}50 \cdot 10^3 \cdot 0{,}8369 =$

$= 342{,}72 \cdot 10^3$ daN,

$$F_{f14,c} = 342{,}72 \cdot 10^3 \frac{16}{75{,}60} = 72{,}534 \cdot 10^3 \text{ daN}.$$

14 $F_{c14} = F_{c13} - F_{f14,c}$ (51)

$F_{c14} = 762{,}068 \cdot 10^3 - 72{,}534 \cdot 10^3 =$

$= 689{,}534 \cdot 10^3$ daN.

15 $F_{c15} = F_{c14} - F_{f15,c}$ (52)

$F_{c15} = 689{,}534 \cdot 10^3 - 72{,}534 \cdot 10^3 =$

$= 617 \cdot 10^3$ daN.

16 $F_{c16} = F_{c15} - F_{f16,c}$ (53)

$F_{c16} = 617.10^3 - 72{,}534 \cdot 10^3 =$

$= 544{,}466 \cdot 10^3$ daN.

17 $F_{c17} = F_{c16} - F_{f17,c}$ (54)

$F_{c17} = 544{,}466 \cdot 10^3 - 72{,}534 \cdot 10^3 =$

$= 471{,}932 \cdot 10^3$ daN.

Conform figurii 5 *d*,

$$h'_{18} = \sum_{i=1}^{5} l_i - \sum_{i=1}^{17} hj = 270{,}4 - 261{,}6 = 8{,}8 \text{ m},$$

$$h''_{18} = \sum_{j=1}^{18} hj - \sum_{i=1}^{5} l_i = 277{,}6 - 270{,}4 = 7{,}2 \text{ m},$$

$h_{18} = h'_{18} + h''_{18} = 8{,}8 + 7{,}2 = 16$ m.

$$F_{f18,c} = F_{f5}\frac{h'_{18}}{l_5} + F_{f6}\frac{h''_{18}}{l_6} = F_{f5}\frac{8{,}8}{75{,}6} + F_{f6}\frac{7{,}2}{109{,}2};$$

$F_{f6} = F_{T6} f_f = 516{,}30 \cdot 10^3 \cdot 0{,}8369 =$

$= 432{,}09 \cdot 10^3$ daN,

$$F_{f18,c} = 342{,}72 \cdot 10^3 \frac{8{,}8}{75{,}6} + 432{,}09 \cdot 10^3 \frac{7{,}2}{109{,}2} =$$

$= 39{,}893 \cdot 10^3 + 28{,}489 \cdot 10^3 =$

$= 68{,}382 \cdot 10^3$ daN.

18 $F_{c18} = F_{c17} - F_{f18,c}$, (55)

$F_{c18} = 471{,}932 \cdot 10^3 - 68{,}382 \cdot 10^3 =$

$= 403{,}55 \cdot 10^3$ daN.

19 $F_{c19} = F_{c18} - F_{f19,c}$. (56)

Conform figurii 5 *e*,

$$F_{f19,c} = \ldots = F_{f24,c} = F_{f6}\frac{h_{19}}{l_6},$$

$h_{19} = 16$ m, $l_2 = 109{,}2$ m,

$F_{f6} = 432{,}09 \cdot 10^3$ daN,

$$F_{f19,c} = 432{,}09 \frac{16}{109{,}2} \cdot 10^3 = 63{,}310 \cdot 10^3 \text{ daN},$$

$F_{c19} = 403{,}55 \cdot 10^3 - 63{,}310 \cdot 10^3 =$

$= 340{,}24 \cdot 10^3$ daN.

20 $F_{c20} = F_{c19} - F_{f20,c}$, (57)

$F_{c20} = 340{,}24 \cdot 10^3 - 63{,}310 \cdot 10^3 =$

$= 276{,}93 \cdot 10^3$ daN.

21 $F_{c21} = F_{c20} - F_{f21,c}$, (58)

$F_{c21} = 276{,}93 \cdot 10^3 - 63{,}310 \cdot 10^3 =$

$= 213{,}62 \cdot 10^3$ daN.

22 $F_{c22} = F_{c21} - F_{f22,c}$, (59)

$F_{c22} = 213{,}62 \cdot 10^3 - 63{,}310 \cdot 10^3 =$

$= 150{,}31 \cdot 10^3$ daN.

23 $F_{c23} = F_{c22} - F_{f23,c}$ (60)

$F_{c23} = 150{,}31 \cdot 10^3 - 63{,}310 \cdot 10^3 =$

$= 87.10^3$ daN;

24 $F_{c24} = F_{c23} - F_{f24,c}$ (61)

$F_{c24} = 87 \cdot 10^3 - 63{,}310 \cdot 10^3 =$

$= 23{,}73 \cdot 10^3$ daN.

Conform figurii 5 *e*,

$$h_{25} = \sum_{i=1}^{6} l_i - \sum_{j=1}^{24} hj = 379{,}6 - 373{,}6 = 6 \text{ m},$$

$l_6 = 109{,}2$ m.

25 $F_{c25} = F_{c24} - F_{f6}\frac{h_{25}}{l_6}$, (62)

$$F_{c25} = 23{,}74 \cdot 10^3 - 432{,}09 \cdot 10^3 \frac{6}{109{,}2} =$$

$= 23{,}74 \cdot 10^3 - 23{,}74 \cdot 10^3 = 0,$

adică toată greutatea coloanei este preluată în acest moment de piatra de ciment.

V. Efectul exotermiei cimentului

După întărirea cimentului din prima tranșă de cimentare, respectiv după încastrarea șiului, este absolut obligatoriu să se țină seama de efectul exotermiei cimentului. După cum se știe,

efortul unitar indus în materialul tubular, datorită variației de temperatură,

$$\sigma = \frac{F_{tj}}{A_i} = E\varepsilon = E\frac{\Delta l}{l}, \qquad (63)$$

în care :

F_{tj} reprezintă forța provenită din efectul de dilatare sau contracție ;
E — modulul de elasticitate longitudinală al materialului ;
ε — alungirea (contracția) specifică ;
Δl — alungirea (contracția) ;
l — lungimea luată în considerare ;
A_i — aria secțiunii transversale a materialului tubular.

Din relația (63) rezultă

$$F_{tj} = EA_i\frac{\Delta l}{l},$$

în care, pentru o variație de temperatură Δt_j,

$$\Delta l = l(1 + \alpha\Delta t_j) - l = l\alpha\Delta t_j,$$

iar

$$F_{tj} = EA_i\alpha\,\Delta t_j, \qquad (64)$$

în care coeficientul de dilatare termică liniară

$$\alpha = 1{,}23 \cdot 10^{-5}\frac{1}{^\circ C}.$$

Dacă se pleacă de la premisa unui șiu încastrat în ciment, rezultă că efectul termic apare practic la cimentarea celei de-a doua tranșe cu observația că sensul forței F_{ti} este către suprafață, iar efectul este anularea unei părți din forța provenită din greutatea proprie a coloanei !

Din figura 5*a* și tabelul 1 se observă că la cimentarea celei de-a doua tranșă,

$$A_1 = A_2 = 6\,280 \text{ cm}^2,\ h_2 = 16 \text{ m},$$

iar pentru $\Delta t_2 = 1^\circ C$, $E = 2{,}1 \cdot 10^6$ daN/cm^2,

$$F_{t2} = EA_2\alpha\,\Delta t_2 = 2{,}1 \cdot 10^6 \cdot 6\,280 \cdot 1{,}23 \cdot 10^{-5} \cdot 1 = 162\,212{,}4 \text{ daN} = 162{,}212 \cdot 10^3 \text{ daN}.$$

Pentru alte valori ale lui Δt_2, datorită variației liniare, F_2 se multiplică în mod corespunzător cu 2 ; 3 ; 4 ... n, în care n reprezintă numărul de grade provenit din efectul exotermiei.

În aceste condiții, forța citită la un indicator de greutate montat la suprafața (!), dar după refularea completă a pastei din tranșa a doua, va fi

$$F_{m2} = F_{c1} - F_{t2} \qquad (65)$$

$$F_{m2} = 1\,828{,}8 \cdot 10^3 - 162{,}212 \cdot 10^3 = 1\,664{,}588 \cdot 10^3 \text{ daN}.$$

Deoarece în prezent nu se cunosc valorile exacte ale lui Δt_i, respectiv Δt_2 (pentru tranșa a doua), se poate citit cu exactitate valoarea F_{m2} ! Se explicitează termenii relației (65), adică

$$F_{m2} = F_{c1} - EA_2\,\alpha\,\Delta t_2, \qquad (66)$$

de unde rezultă

$$\Delta t_2 = \frac{F_{c1} - F_{c2}}{EA_2\alpha}, \qquad (67)$$

în care acum, în locul lui $F_{m2} = 1\,664{,}588 \cdot 10^3$ daN, se introduce valoarea reală citită direct sau convertită din presiunea cilindrilor hidraulici !

După cimentarea tranșei a doua și în continuare, apar două variante distincte.

a. Coloana de burlane se răcește prin introducerea de la suprafață a unei cantități de fluid astfel, încît înaintea începerii prizei, efectul exotermiei să fie anulat : în acest caz, pe măsua răcirii, se va observa o creștere a valorii

$$F_{m2} \to F'_{m2} = F_{c1}$$
$$F_{t2} \to 0, \qquad (68)$$

adică, pentru cazul concret luat în discuție, după priza tranșei a doua,

$$F'_{m2} \to F_{c2} = 1731{,}94 \cdot 10^3 \text{ daN}.$$

b. Dacă răcirea nu este eficientă, iar cimentul face priză la exteriorul coloanei dilatate, după răcirea în timp a acesteia, tendința de revenire la starea inițială determină apariția unui efort unitar de compresiune în cimentul dintre două cintre consecutive

$$\sigma_{cj} = \frac{F_{tj}}{A_{ci}}, \qquad (69)$$

în care A_{ci} reprezintă aria secțiunii transversale a fețelor frontale corespunzătoare cintrelor :

$$A_{ci} = \frac{\pi}{4}(D_c^2 - D^2);$$

respectiv pentru tranșa a doua

$$D_2 = 4\,050 \text{ mm},\ D_c = D_2 + 2 \cdot 200 = 4\,050 + 400 = 4450 \text{ mm}.$$

$$A_{c2} = \frac{\pi}{4}(445^2 - 405^2) = 0{,}34 \cdot 10^5 \text{ cm}^2 = 34 \cdot 10^3 \text{ cm}^2,$$

$$\sigma_{c2} = \frac{F_{t2}}{A_{c2}} = \frac{162{,}212 \cdot 10^3}{34 \cdot 10^3} = 4{,}77 \text{ daN/cm}^2.$$

Pentru n grade,

$$\sigma_{cn} = \frac{nF_{t2}}{A_{c2}}, \qquad (70)$$

valoare care poate pune prboleme rezistenței la compresiune a pietrei de ciment dintre cintre.

Pentru tranșele de cimentare care se fac pe două diametre, este de dorit ca pentru A_i din relația (63) să se facă media ponderată : astfel pentru tranșa a 12^{-a},

$$A_{m12} = \frac{h'_{12}A_3 + h''_{12}A_4}{h_{12}} \qquad (71)$$

și, în continuare,

$$A_{m13} = \frac{h'_{13}A_4 + h''_{13}A_5}{h_{13}}, \qquad (72)$$

$$A_{m18} = \frac{h'_{18}A_5 + h''_{18}A_6}{h_{18}}. \qquad (73)$$

Prin similitudine și la aceeași valoare $\Delta t_i = 1°C$, pentru tranșele $j = 3 \ldots 6$ din tronsonul al doilea,

3 $F_{t3} = F_{t4} = \ldots F_{t6} = EA_2\alpha\,\Delta t_i =$
$= 162{,}212 \cdot 10^3$ daN,
$F_{m3} = F_{c2} - F_{t3} = 1\,731{,}9 \cdot 10^3 -$
$- 162{,}212 \cdot 10^3 = 1\,569{,}728$ daN,
iar pebtru $F_{t3} \to 0$,
$F_{m3} \to F_{c3} = 1\,634{,}51 \cdot 10^3$ daN.

4 $F_{t4} = 162{,}212 \cdot 10^3$ daN,
$F_{c3} = 1\,634{,}51 \cdot 10^3$ daN,
$F_{m4} = F_{c3} - F_{t4} = 1\,634{,}51 \cdot 10^3 -$
$- 162{,}212 \cdot 10^3 = 1\,472{,}298 \cdot 10^3$ daN ;
$F_{t4} \to 0$,
$F'_{m4} \to F_{c4} = 1\,537{,}08 \cdot 10^3$ daN.

5 $F_{t5} = 162{,}212 \cdot 10^3$ daN, $\Delta t_5 = 1°C$
$F_{c4} = 1\,537{,}08 \cdot 10^3$ daN,
$F_{m5} = F_{c4} - F_{t5} = 1\,537{,}08 \cdot 10^3 -$
$- 162{,}212 \cdot 10^3 = 1\,374{,}868 \cdot 10^3$ daN ;
$F_{t4} \to 0$,
$F_{m5} \to F_{c4} = 1\,439{,}64 \cdot 10^3$ daN.

6 $F_{t6} = 162{,}212 \cdot 10^3$ daN, $\Delta t_6 = 1°C$
$F_{c5} = 1\,439{,}64 \cdot 10^3$ daN,
$F_{m6} = F_{c5} - F_{t6} = 1\,439{,}64 \cdot 10^3 -$
$- 162{,}212 \cdot 10^3 = 1\,277{,}427 \cdot 10^3$ daN ;
$F_{t6} \to 0$,
$F'_{m6} \to F_{c6} = 1\,342{,}22 \cdot 10^3$ daN.

Deoarece
$A_{c2} = A_{c3} = \ldots A_{c6} = 34.10^3$ cm^2,
$\sigma_{c3} = \ldots = \sigma_{c6} = \frac{F_{t3}}{A_{c3}} = \frac{162{,}212 \cdot 10^3}{34.10^3} =$
$= 4{,}77$ daN/cm^2.

Pentru tranșele $j = 7 \ldots 11$ din tronsonul al treilea,

7 $F_{t7} = F_{t8} = \ldots = F_{t11} = EA_3\alpha\,\Delta t_7$,
$A_3 = 5\,645$ cm^2,
$\Delta t_7 = 1°C$,
$F_{t7} = 2{,}1 \cdot 10^6 \cdot 5\,645 \cdot 1{,}23 \cdot 10^{-5} \cdot 1 =$
$= 145{,}810 \cdot 10^3$ daN,
$F_{m7} = F_{c6} - F_{t7}$,
$F_{c6} = 1\,342{,}22 \cdot 10^3$ daN,
$F_{m7} = 1\,342{,}22 \cdot 10^3 - 145{,}801 \cdot 10^3 =$
$= 1\,196{,}41 \cdot 10^3$daN ;
$F_{t7} \to 0$,
$F'_{m7} \to F_{c7} = 1\,257{,}096 \cdot 10^3$ daN.

8 $F_{t8} = 145{,}810 \cdot 10^3$ daN,
$\Delta t_8 = 1°C$,
$F_{c7} = 1\,257{,}096 \cdot 10^3$ daN,
$F_{m8} = F_{c7} - F_{t8} = 1\,257{,}096 \cdot 10^3 -$
$- 145{,}810 \cdot 10^3 = 1\,111{,}286 \cdot 10^3$ daN ;
$F_{t8} \to 0$,
$F'_{m8} \to F_{c8} = 1\,171{,}972 \cdot 10^3$ daN.

9 $F_{t9} = 145{,}810 \cdot 10^3$ daN,
$\Delta t_9 = 1°C$,
$F_{c8} = 1\,171{,}972 \cdot 10^3$ daN,
$F_{m9} = F_{c8} - F_{t9} = 1\,171{,}972 \cdot 10^3 \cdot 145{,}810 \cdot 10^3 =$
$= 1\,026{,}162 \cdot 10^3$ daN ;
$F_{t9} \to 0$,
$F'_{m9} \to F_{c9} = 1\,086{,}85 \cdot 10^3$ daN.

10 $F_{t10} = 145{,}810 \cdot 10^3$ daN,
$\Delta t_{10} = 1°C$,
$F_{c9} = 1\,086{,}85 \cdot 10^3$ daN,
$F_{c10} = 1\,001{,}724 \cdot 10^3$ daN,
$F_{m10} = F_{c9} - F_{t10} = 1\,086{,}18 \cdot 10^3 -$
$- 145{,}810 \cdot 10^3 = 941{,}04 \cdot 10^3$ daN ;
$F_{t10} \to 0$,
$F'_{m10} \to F_{c10} = 1\,001{,}724 \cdot 10^3$ daN.

11 $F_{t11} = 145{,}810 \cdot 10^3$ daN,

$\Delta_{t11} = 1°C$,

$F_{c11} = 916{,}6 \cdot 10^3$ daN,

$F_{m11} = F_{c10} - F_{t11} = 1\,001{,}724 \cdot 10^3 -$

$- 145{,}810 \cdot 10^3 = 855{,}914 \cdot 10^3$ daN;

$F_{t11} = \rightarrow 0$,

$F'_{m11} \rightarrow F_{c11} = 916{,}6 \cdot 10^3$ daN.

Pentru tranşele $j = 7 \ldots 11$,

$A_{c3} = A_{c7} = A_{c8} = \ldots = A_{c11}$,

respectiv pentru al treilea tronson,

$D_3 = 4\,040$ mm,

$D_e = D_3 + 2 \cdot 200 = 4\,040 + 400 =$

$= 4440$ mm,

$$A_{c3} = A_{c7} = \frac{\pi}{4}(444^2 - 404^2) =$$

$= 26{,}63 \cdot 10^3$ cm^2,

$$\sigma_{c7} = \ldots = \sigma_{c11} = \frac{F_{t7}}{A_{c7}} = \frac{145{,}810 \cdot 10^3}{26{,}63 \cdot 10^3} =$$

$= 5{,}48$ daN/cm^2.

Pentru transa a 12-a, conform relaţiei (71),

$$A_{m12} = \frac{4 \cdot 5\,645 + 12 \cdot 5\,012}{16} = 5170 \text{ cm}^2,$$

12 $F_{t12} = EA_{m12} \alpha \Delta_{t12} = 2{,}1 \cdot 10^6 \cdot 5\,170 \cdot$

$\cdot 1{,}23 \cdot 10^{-5} \cdot 1 = 133{,}541 \cdot 10^3$ daN,

$At_{12} = 1°C$,

$F_{c11} = 916{,}6 \cdot 10^3$ daN,

$F_{c12} = 838{,}148 \cdot 10^3$ daN,

$F_{m12} = F_{c11} = F_{t12} = 916{,}6 \cdot 10^3 -$

$-133{,}541 \cdot 10^3 = 783{,}059 \cdot 10^3$ daN;

$F_{t12} \rightarrow 0$,

$F'_{m12} \rightarrow F_{c12} = 838{,}148 \cdot 10^3$ daN.

Pentru tranşa a 13^a, conform relaţiei (72)

$$A_{m13} = \frac{13{,}20 \cdot 5\,013 + 2{,}80 \cdot 4\,759}{16} =$$

$= 4\,967{,}7$ cm^2,

13 $F_{t13} = EA_{m13} \alpha \Delta t_{13} = 2{,}1 \cdot 10^6 \cdot 4\,967{,}7 \cdot$

$\cdot 1{,}23 \cdot 10^{-5} \cdot 1 = 128{,}316 \cdot 10^3$ daN,

$\Delta_{t13} = 1°C$,

$F_{c12} = 838{,}148 \cdot 10^3$ daN,

$F_{c13} = 762{,}068 \cdot 10^3$ daN,

$F_{m13} = F_{c12} - F_{t13} = 838{,}148 \cdot 10^3 -$

$- 128{,}316 \cdot 10^3 = 709{,}832 \cdot 10^3$ daN;

$F_{t13} \rightarrow 0$,

$F'_{m13} \rightarrow F_{c13} = 762{,}068$ daN.

Pentru tranşele $j = 14 \ldots 17$,

$F_{t14} = \ldots = F_{t17}$, $A_{14} = 4\,759$ cm^2,

$\Delta t_{14} = 1°C$,

14 $F_{t14} = EA_{14} \alpha \Delta t_{12} = 2{,}1 \cdot 10^6 \cdot 4\,759 \cdot$

$\cdot 1{,}23 \cdot 10^{-5} \cdot 1 = 122{,}925 \cdot 10^3$ daN,

$F_{c13} = 762{,}068 \cdot 10^3$ daN,

$F_{c14} = 689{,}534 \cdot 10^3$ daN,

$F_{m14} = F_{c13} = F_{t14} = 762{,}068.10^3 -$

$-122{,}925.10^3 = 639{,}153 \cdot 10^3$ daN;

$F_{t14} \rightarrow 0$,

$F'_{m14} \rightarrow F_{c14} = 689{,}534 \cdot 10^3$ daN.

15 $F_{t16} = 122{,}925 \cdot 10^3$ daN,

$F_{c14} = 689{,}534 \cdot 10^3$ daN,

$F_{c15} = 617 \cdot 10^3$ daN,

$F_{m15} = F_{c14} - F_{t15} = 689{,}534 \cdot 10^3 -$

$- 122{,}925 \cdot 10^3 = 566{,}609 \cdot 10^3$ daN;

$F_{t15} \rightarrow 0$,

$F'_{m15} \rightarrow F_{c15} = 617 \cdot 10^3$ daN.

16 $F_{t16} = 122{,}925 \cdot 10^3$ daN,

$F_{c15} = 617.10^3$ daN,

$F_{c16} = 544{,}466 \cdot 10^3$ daN,

$F_{m16} = F_{c15} - F_{t16} = 617 \cdot 10^3 - 122{,}925 \cdot 10^3 =$

$= 494{,}075 \cdot 10^3$ daN;

$F_{t16} \rightarrow 0$,

$F'_{m16} \rightarrow F_{c16} = 544{,}466 \cdot 10^3$ daN.

17 $F_{t17} = 122{,}925 \cdot 10^3$ daN,

$F_{c16} = 544{,}466 \cdot 10^3$ daN,

$F_{c17} = 471{,}932 \cdot 10^3$ daN,

$F_{m17} = F_{c16} - F_{t17} = 544{,}466 \cdot 10^3 =$

$= 122{,}925 \cdot 10^3 = 421{,}541 \cdot 10^3$ daN;

$F_{t17} \rightarrow 0$,

$F'_{m17} \rightarrow F_{c17} = 471{,}932 \cdot 10^3$ daN.

Conform relației (73)

$$A_{m18} = \frac{8{,}8 \cdot 4\,759 + 7{,}2 \cdot 3\,749}{16} = 4\,305 \text{ cm}^2,$$

18 $F_{t18} = EA_{m18}\alpha\Delta t_{18} = 2{,}1 \cdot 10^6 \cdot 4305 \cdot 1{,}23 \cdot 10^{-5} \cdot 1 = 111{,}198 \cdot 10^3$ daN,

$F_{c17} = 471{,}932 \ 10^3$ daN,

$F_{c18} = 403{,}55 \cdot 10^3$ daN,

$F_{m18} = F_{c17} - F_{t18} = 471{,}932 \cdot 10^3 - 111{,}198 \cdot 10^3 = 360{,}734 \cdot 10^3$ daN;

$F_{t18} \to 0$,

$F'_{m18} \to F_{c18} = 403{,}55 \cdot 10^3$ daN.

19 $F_{t19} = \ldots = F_{t25} = A_{19} E\alpha \Delta t_{19} = 3\,749 \cdot 2{,}1 \cdot 10^6 \cdot 1{,}23 \cdot 10^{-5} \cdot 1 = 96{,}837 \cdot 10^3$ daN,

$A_{19} = \ldots A_{25} = 3\,749$ cm^2,

$\Delta t_{19} = \ldots = \Delta t_{25} = 1°C$,

$F_{c18} = 403{,}55 \cdot 10^3$ daN,

$F_{c19} = 340{,}24 \cdot 10^3$ daN,

$F_{m19} = F_{c18} - F_{t19} = 403{,}55 \cdot 10^3 - 96{,}837 \cdot 10^3 = 306{,}713 \cdot 10^3$ daN;

$F_{t19} \to 0$

$F'_{m19} \to F_{c19} = 340{,}24 \cdot 10^3$ daN.

20 $F_{t20} = 96{,}837 \ 10^3$ daN,

$F_{c19} = 340{,}24 \cdot 10^3$ daN,

$F_{c20} = 276{,}93 \cdot 10^3$ daN,

$F_{m20} = F_{c19} - F_{t20} = 340{,}24 \cdot 10^3 - 96{,}837 \cdot 10^3 = 243{,}403 \cdot 10^3$ daN;

$F_{t20} \to 0$,

$F_{m20} \to F_{c20} = 276{,}93 \cdot 10^3$ daN.

21 $F_{t21} = 96{,}837 \cdot 10^3$ daN,

$F_{c20} = 276{,}93 \cdot 10^3$ daN,

$F_{c21} = 212{,}62 \cdot 10^3$ daN,

$F_{m21} = F_{c20} - F_{t21} = 276{,}93 \cdot 10^3 - 96{,}837 \cdot 10^3 = 180{,}093 \cdot 10^3$ daN;

$F_{t21} \to 0$,

$F'_{m21} \to F_{c21} = 213{,}62 \cdot 10^3$ daN.

22 $F_{t22} = 96{,}837 \cdot 10^3$ daN,

$F_{c21} = 213{,}62 \cdot 10^3$ daN,

$F_{c22} = 150{,}31 \cdot 10^3$ daN

$F_{m22} = F_{c21} - F_{t22} = 213{,}62 \cdot 10^3 - 96{,}837 \cdot 10^3 = 116{,}783 \cdot 10^3$ daN;

$F_{t25} \to 0$,

$F'_{m22} \to F_{c22} = 150{,}31 \cdot 10^3$ daN.

23 $F_{t23} = 96{,}837 \cdot 10^3$ daN,

$F_{c22} = 150{,}31 \cdot 10^3$ daN,

$F_{c23} = 87 \cdot 10^3$ daN,

$F_{m23} = F_{c22} - F_{t23} = 150{,}31 \cdot 10^3 - 96{,}837 \cdot 10^3 = 53{,}473 \cdot 10^3$ daN;

$F_{t23} \to 0$,

$F'_{m23} \to F_{c23} = 87 \cdot 10^3$ daN.

24 $F_{t24} = 96{,}837 \cdot 10^3$ daN,

$F_{c23} = 87 \cdot 10^3$ daN,

$F_{c24} = 23{,}74 \cdot 10^3$ daN,

$F_{c24} = F_{c23} - F_{t24} = 87 \cdot 10^3 - 96{,}837 \cdot 10^3 = -9{,}837 \cdot 10^3$ daN;

$F_{t24} \to 0$,

$F'_{m24} \to F_{c24} = 23{,}74 \cdot 10^3$ daN.

25 $F_{t25} = 96{,}837 \cdot 10^3$ daN,

$F_{c24} = 23{,}74 \cdot 10^3$ daN,

$F_{c25} = 0$,

$F_{m25} = F_{c24} - F_{t25} = 23{,}74 \cdot 10^3 - 96{,}837 \cdot 10^3 = -73{,}097 \cdot 10^3$ daN;

$F_{t25} \to 0$,

$F'_{m25} \to F_{c25} = 0$.

Se observă că pentru o valoare mică a variației de temperatură ($\Delta t_i = 1°C$), după refularea pastei de ciment corespunzătoare tranșelor 24 și 25, dilatarea coloanei anulează complet forța provenită din greutatea acesteia (partea care nu este încastrată în ciment) iar partea superioară a coloanei se deplasează în sus în dispozitivul de susținere; este cert că efectul va apărea și la alte tranșe dacă $\Delta t_i > 1°C$, dar variația fiind liniară, orice alte calcule sînt ușor de efectuat. Pentru orice caz concret este utilă construirea următoarelor grafice:

$$F_{Ti} = f_1(l_i),$$

$$F_{fi} = f_2(l_i), \qquad (74)$$

$$\sigma_{ti} = f_3(l_i),$$

cu $i = 1 \ldots 6$, respectiv

$$F_{ti} = f_4(h_j),$$
$$F_{ci} = f_5(h_j), \qquad (75)$$
$$F_{ti} = j_6(h_j),$$

cu $j = 1 \ldots 25$ dar în originea sistemului de axe se trece acum valoarea 379,60 m.

Bibliografie

[1] Iordache, G, *Starea de tensiune din coloanele cu diametre mari după cimentare.* Mine, Patrol şi Gaze, nr. 2, 1983.

[2] Iordache, G, *Elemente pentru calculul şi tehnologia cimentării coloanelor cu diametre mari.* Mine, Petrol şi Gaze, nr. 3, 1982.

Articolul a intrat în redacţie în ziua de 24 ianuarie 1985

Propagarea undelor de presiune în canale capilare şi fisuri (II)

Sef. lucr. dr. ing. **Fl. Minescu**
prof. dr.ing. **I. Creţu**
Institutul de petrol şi gaze Ploieşti

VI. Propagarea undelor de presiune în fisuri şi canale necirculare

În partea I a lucrării a fost tratată problema propagării undelor de presiune în conducte şi medii poroase şi s-a arătat că atît ecuaţiile de mişcare, cît şi soluţiile lor au un caracter unitar. Cu alte cuvinte, mişcările prin cele două medii sînt similare. Criteriul de similitudine, în acest caz, este permeabilitatea mediului (conductei, respectiv mediului poros). În capitolul IV s-a descris, pe larg, echivalenţa soluţiilor. Plecînd de la acest fapt, vom considera că ecuaţiile rămîn valabile şi pentru canale capilare, circulare şi necirculare şi pentru fisuri plane. Această presupunere s-a dovedit adevărată, aşa cum se va vedea într-un paragraf următor.

Aşadar, pornind de la echivalenţa între legea lui Darcy şi legea lui Poiseuille pentru canale cilindrice sau legile care descriu curgerea prin fisuri plane şi canale necirculare [8 ; 9 ; 10 ; 16], se poate scrie o relaţie pentru permeabilitatea în funcţie de parametrii geometrici ai canalului sau fisurii (criteriul de similitudine Kozeny). Astfel :

$k = \dfrac{d^2}{32}$, pentru canale circulare de diametru d;

$k = \dfrac{s^2}{12}$, pentru fisuri plane de deschidere s;

$k = \dfrac{de^2}{32}$, pentru canale necirculare de diametru echivalent, definit în [16], ceea ce conduce la următoarea expresie pentru $2c$:

$$2c = \frac{1}{k} \cdot v_a^2 \cdot \mu \cdot \beta, \qquad (51)$$

în care k este dat de una din relaţiile anterioare, iar v_a poate fi, în anumite condiţii, specificate în paragraful următor, egală cu viteza sunetului prin mediul fluid respectiv. Trebuie făcută remarca (ce rezultă de altfel în mod implicit dintr-una din afirmaţiile anterioare) că regimul de curgere a fost presupus laminar.

Pe baza considerentelor anterioare, în cele ce urmează vom folosi soluţia ecuaţiei de propagare a undelor de presiune sub una din formele: (34), (41), (43), (46), (48), (50), în funcţie de condiţiile la limită concrete ale problemei studiate, singurul parametru nedeterminat este celeritatea v_a.

VII. Celeritatea în canale capilare şi fisuri

Undele de presiune studiate de mecanica fluidelor [5 ; 8] în legătură cu diferite fenomene, cum ar fi şocul hidraulic, sînt definite ca domenii mobile în raport cu fluidul, în care presiunea, volumul şi densitatea variază cu anumite valori finite. Acest domenuu este limitat, în cazul conductelor, de două suprafeţe apropiate una faţă de alta, perpendiculare pe axa conductei, la distanţă mică una faţă de alta. În cazul conductei, domeniul poate fi redus la o secţiune dreaptă, care este o suprafaţă de discontinuitate pentru presiune, volum şi densitate, purtînd denumirea de undă plană. Viteza de propagare a unei unde în raport cu fluidul se numeşte celeritate [5]. Ţinînd seama că mărimea care are variaţia cea mai importantă este presiunea, unda se mai numeşte şi undă de presiune.

Formula de calcul pentru celeritate v_a este următoarea :

$$v_a = \sqrt{\frac{1}{\beta \rho}} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \dfrac{1}{\beta \cdot E} \cdot \dfrac{d}{\delta}}}, \qquad (52)$$

în care β şi ρ sînt compresibilitatea, respectiv densitatea fluidului, E modulul de elastici-

tate al materialului conductei, d şi δ diametrul interior, respectiv grosimea peretelui conductei.

Considerînd conducta rigidă, adică $E \to \infty$, rezultă :

$$v_a = \sqrt{\frac{1}{\beta \rho}}. \qquad (53)$$

Aproximaţia (53) se justifică şi pentru conductele cu pereţi groşi prin care circulă gaze la presiuni foarte mari.

Pentru gazele perfecte, relaţia (2) ia forma [3] :

$$v_a = \sqrt{\frac{RT}{M}}, \qquad (54)$$

în care R, T şi M au aceeaşi semnificaţie ca în relaţia (3).

După cum se poate vedea, relaţiile (53) şi (54) reprezintă viteza de propagare a undelor (viteza sunetului) într-un fluid nemărginit.

În mediile poroase, comportarea undelor de presiune prezintă unele particularităţi, între care aceea că viteza de propagare este foarte mică în raport cu aceea a sunetului. Foster şi colaboratorii săi [2] citează valori cuprinse între 0,21—15,7 m/s pentru teste realizate cu aer pentru diferite probe de rocă grezoasă, deci valori de pînă la 1 400 ori mai mici decît viteza sunetului în aer.

Această discrepanţă ne-a făcut să ne punem problema : care este celeritatea în fisurile naturale din rocile carbonatice care au, de obicei, dimensiuni capilare [11]? Răspunsul a fost căutat pe cale experimentală.

Construirea unor fisuri plane suficient de lungi pentru a putea obţine valori măsurabile ale diferenţei de timp corespunzătoare celerităţii este oneroasă şi prohibitivă. De aceea, plecînd de la concluziile formulate în paragraful anterior, experimentele s-au făcut pe canale capilare cilindrice. Eventuala discordanţă ne deranjează foarte mult, avînd în vedere că fisurile reale nu sînt fisuri plane, prezentînd modificări de secţiune uneori importante [7], deci ceea ce interesează în primul rînd este ordinul de mărime al celerităţii în fisuri. Transpunerea datelor de la canale capilare cilindrice la fisuri plane se va face folosind criteriul de similitudine Kozeny, care ne dă următoarea relaţie între d şi s.

$$s = \frac{\sqrt{6}}{4} d. \qquad (55)$$

În experimentele efectuate de autori s-au folcsit capilare din cupru cu perete foarte gros în raport cu diametrul interior.

Caracteristicile capilarelor folosite sînt redate în tabelul 3.

Tabelul 3

d, mm	0,16*	0,32	0,5	0,75
δ, mm	0,67	0,64	0,7	1,12
L, m	12,37 53,5	10	13,71	13,3
V, cm³	0,2487 1,066	0,804	2,69	5,876

* Au fost folosite două tuburi de acelaşi diametru cu lungimi diferite.

În acest tabel d, δ, L, V sînt, respectiv, diametrul interior, grosimea de perete, lungimea şi volumul capilarelor.

Unele calcule de rezistenţă, folosind teoria tuburilor cu pereţi groşi [12], au arătat că deformarea pe rază a capilarelor studiate este de ordinul miimii de micron (10^{-6} mm) pentru presiuni de 100 bar.

În aceste condiţii, vom considera tuburile rigide. De altfel, excluzînd termenul al doilea al produsului din relaţia (52) am constatat că pentru gaze perfecte, el este de ordinul a $1/\sqrt{1{,}00005}$, adică aproximativ egal cu unitatea, ceea ce conduce la relaţia (53) valabilă pentru tuburi rigide.

În scopul creării undelor de presiune şi al măsurării celerităţii, a fost concepută şi construită o instalaţie complexă, a cărei schemă generală este redată în figura 5.

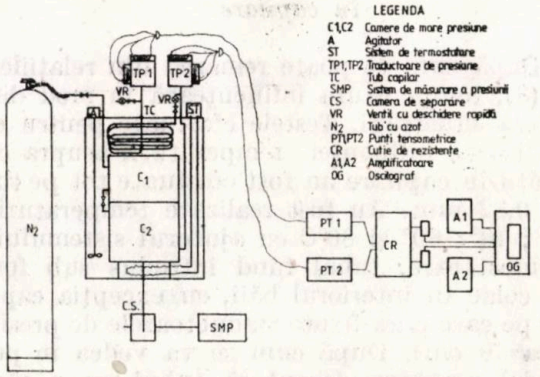


Fig. 5. Schema generală a instalaţiei pentru studiul celerităţii în capilare

1. *Influenţa presiunii gazului asupra celerităţii în capilare*

Relaţia (2) arată că viteza sunetului depinde de compresibilitatea şi densitatea fluidului. În cazul lichidelor, atît coeficientul de compresibilitate, cît şi densitatea variază foarte puţin cu presiunea, astfel că se poate admite o independenţă a vitezei sunetului, deci şi a celerităţii faţă de presiune.

Din relaţia (3) se observă că viteza de propagare a undelor sonore într-un gaz perfect nu depinde de presiune. În realitate, datorită abaterii de la legea gazelor perfecte, există o

anumită influență a presiunii. Pentru exemplificare, în tabelul 4 este dată această variație, la temperatura constantă de 0°C pentru azot.

Pentru a verifica dacă slaba influență a presiunii rămîne valabilă și pentru celeritatea în

Tabelul 4

p, bar	1	25	50	100
v_a, m/s	331,15	332	334,7	350,6

canale capilare, s-au făcut determinări pe canalul capilar cu diametrul de 0,32 mm. Pentru presiunile de 5 ; 10 și 20 bar nu s-a putut identifica această influență, ea rămînînd în limitele sensibilității aparaturii, viteza determinată nereprezentînd o tendință clară, valorile determinate fiind distribuite relativ uniform în jurul valorii medii de 185 m/s. La presiunile de 40 și 50 bar au fost obținute valori superioare cu circa 2 m/s superioare, adică de 185 m/s ; cu observația că la presiuni de ordinul sutelor de bari creșterea de viteză poate fi semnificativă (cel puțin în domeniul în care factorul de neidealitate z are valori mici), fără a schimba însă ordinul de mărime. Astfel într-o primă aproximație vom considera celeritatea independentă de presiune.

2. *Influența temperaturii asupra celerității în capilare*

După cum se poate remarca din relațiile (2) și (3), temperatura influențează în mod direct viteza sunetului. Testele efectuate pentru concretizarea influenței temperaturii asupra celerității în capilare au fost efectuate tot pe tubul de 0,32 mm. Au fost realizate temperaturi de 20° ; 40° ; 60° și 80°C cu ajutorul sistemului de termostatare, tubul fiind introdus sub formă de colac în interiorul băii, cu excepția capetelor pe care erau fixate traductoarele de presiune (cca 40 cm). După cum se va vedea în paragraful următor, faptul că tubul nu a rămas rectiliniu nu a produs modificări detectabile ale celerității.

Pentru a diminua efectul temperaturii diferite în partea din capilar rămasă în afara băii, a fost circulată o anumită cantitate de gaz cald dinspre celulă spre atmosferă înaintea fiecărei determinări.

Rezultatele sînt prezentate în tabelul 5, v_a fiind celeritatea azotului.

Tabelul 5

t, °C	20	40	60	80
v_a, m/s	185	192	198	204

Prelucrînd datele prin metoda celor mai mici pătrate, s-a găsit următoarea lege de variație a celerității cu temperatura :

$$v_{a,t} = v_{a,20} \cdot \sqrt{1 + 0{,}0037(t - 20)}, \quad (56)$$

în care t este temperatura în °C.

Este probabil ca pentru un număr mai mare de determinări să se obțină un coeficient difert de 0,0037 obținut de noi.

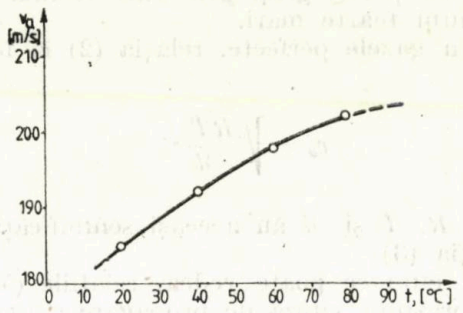


Fig. 6. Variația celerității cu temperatura în canale capilare

Variația menționată este prezentată grafic în figura 6.

De menționat că determinările amintite au fost efectuate la presiunea de circa 30 bar. Pentru celelalte capilare au fost făcute încercări nesistematice, abaterile rămînînd în limitele a 6,5 %.

3. *Stabilirea legii de variație a celerității cu diametrul tuburilor capilare*

Din considerațiile anterioare rezultă că o legitate generală pentru celeritate în capilare ar trebui să cuprindă : natura fluidului, presiunea, temperatura și diametrul capilarelor cilindrice, respectiv diametrul hidraulic pentru celelalte. Acest lucru presupune un volum extrem de mare de informații experimentale. Ținînd seama că în literatura de specialitate nu au fost date în acest sens, iar posibilitățile autorilor au fost limitate, au fost făcute încercări pentru stabilirea influenței separate a parametrilor citați între care cel mai important este diametrul capilarului.

Condițiile de lucru au fost stabilite astfel : temperatura de 20°C și presiunea de 30 bar. Un test suplimentar a fost efectuat pentru a stabili eventuala influență a curburii tuburilor capilare asupra propagării undelor de presiune. Au fost obținute rezultate identice în cele două cazuri : tubul rectiliniu și tubul înfășurat cu o rază de curbură de circa 25 cm.

Valorile medii a cîte cel puțin 10 determinări, efectuate în cele patru variante, sînt prezentate în tabelul 6.

De menționat că un număr de nouă din 54 de determinări au fost eliminate din calcul, pe baza testului Irwin [13].

Tabelul 6

d, μm	160	320	500	750
număr de determinări	14	16	14	10
v_a, m/s	99,97	186,6	278,8	350
abaterea standard, s	0,086	0,041	0,0092	0,066

Se poate observa că în capilarul cu $d = 0{,}75$ mm, celeritatea este egală cu viteza sunetului în azot, ceea ce arată că presupunerea făcută inițial privind rigiditatea tuburilor s-a dovedit corectă. Pentru celelalte capilare se observă o viteză crescătoare cu diametrul. Ținînd seama că atunci cînd $d \to 0$ $v_a \to 0$, și reprezentînd grafic $v_a = f(d)$ (fig. 7) se observă

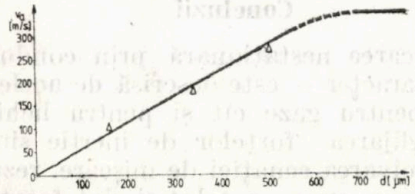


Fig. 7. Variația celerității cu diametrul capilarului

că punctele se aliniază după o dreaptă. Folosind metoda celor mai mici pătrate, rezultă următoarea lege de variație a celerității cu diametrul capilarelor :

$$v_a = 0{,}5691 \cdot d, \qquad (57)$$

în care v_a este exprimat în m/s, iar d în μm, valabilă pentru primul domeniu liniar.

Comparația valorilor experimentale medii cu cele calculate cu relația (57) este realizată cu criteriul de concordanță a lui Gauss [13], obținîndu-se valoarea $\Omega = 65{,}7$ (tab. 7).

Tabelul 7

d, mm	0,16	0,32	0,5	0
$v_{a\,exp}$, m/s	99,97	186,6	278,8	0
$v_{a\,calc}$, m/s	91,05	182,10	284,53	0
$\lvert v_{a\,exp} - v_{a\,calc} \rvert$	8,92	4,5	5,63	0
v/v_{exp}	0,0892	0,0241	0,0202	—

Este probabil că, avînd la dispoziție un număr mai mare de capilare, legea (57) ar fi avut un coeficient diferit, dar nu semnificativ diferit dacă ținem seama de abaterile mici obținute.

În ceea ce privește gazele naturale, este de așteptat să se obțină o curbă diferită, avînd în vedere proprietățile diferite ale acestora față de azot. În orice caz, ordinul de mărime se va păstra. De altfel, așa cum vom arăta în paragraful următor, ceea ce influențează în mod deosebit este ordinul de mărime al celerității.

4. *Estimarea celerității în fisuri plane și canale necirculare*

Este cunoscut din mecanica fluidelor că între curgerea între doi pereți plani indefiniți (ex. fisura plană) și curgerea dintr-un tub cilindric nu există o diferență de legitate [5; 14]. Mișcările prezintă o similitudine dinamică [5; 8]. Pe această bază, ne-am propus ca plecînd de la legitatea propagării undelor de presiune în canale capilare, să stabilim o legitate și pentru fisurile plane.

Vom scrie mai întîi legea (57) în funcție de permeabilitate (tot pentru azot) ;

$$v_a = 3{,}22 \cdot \sqrt{k}, \qquad (58)$$

în care v_a se exprimă în m/s, iar k în Darcy.

Ținînd seama de (54), relația (57) ia forma :

$$v_a = 0{,}9293 \cdot s, \qquad (59)$$

în care s este deschiderea fisurii exprimată în μm.

Trecînd de la fisurile plane la cele naturale, neplane, nu este de așteptat o modificare a celerității, dacă deschiderea nu se schimbă, avînd în vedere testul la care ne-am referit mai sus și anume identitatea între curbele obținute cu capilarul rectiliniu, și respectiv cu capilarul sub formă de spirală. Variația lui s va produce însă modificări ale celerității după cum arată legea (59).

Avînd în vedere caracterul implicit la legii (59), în sensul că a fost obținut în mod indirect, trebuie să arătăm că este numai o lege aproximativă a celerității în fisuri. Ea este importantă cu deosebire pentru stabilirea ordinului de mărime a celerității. De altfel, avînd în vedere forma neregulată și variațiile de grosime a fisurilor naturale, important rămîne numai ordinul de mărime a celerității.

Odată determinată celeritatea, descrierea propagării undelor de presiune se va face prin una din legile (34), (48) sau (50), după cum este arătat în capitolul VI.

VIII. Verificarea concordanței între rezultatele teoretice și cele experimentale privind propagarea undelor de presiune în canale capilare

În paragraful 4 din capitolul precedent a fost demonstrată unitatea legilor propagării undelor de presiune pe o direcție în diferite medii. S-a stabilit influența diverșilor parametri asupra celerității, găsindu-se o relație empirică pentru variația celerității în funcție de diametrul capilarelor cilindrice circulare pentru azot. Avînd deci legea de variație a presiunii în spațiu și timp și celeritatea, ca singurul parametru necunoscut, vom trece, mai departe, la verificarea concordanței între rezultatele teoretice și cele experimentale.

Evaluarea numerică va folosi relația (15), în care a se înlocuiește cu v_a :

$$a = v_a,$$

Tabelul 8

t, s	0,04917	0,004966	0,0502	0,0516	0,0541	0,059	0,0738	0,0983	0,147	0,1967	0,246	0,492
$\frac{p-p_0}{p_1-p_0}$	0	0,015097	0,01637	0,02025	0,026634	0,039452	0,07739	0,13481	0,23006	0,29971	0,35306	0,50223
p, bar	19	18,73	18,71	18,63	18,52	18,29	17,61	16,57	18,86	13,6	12,64	9,96

iar :

$$c = \frac{16\ v_a^2}{pd^2},$$

conform echivalenţei stabilită în capitolul IV

Funcţia $I_1(\xi)$ fiind dată de suma termenilor unei serii slab convergente, a fost calculată cu un polinom de aproximare [15], care aproximează această funcţie cu o eroare $|\varepsilon| < 8 \cdot 10^{-9}$ pentru $-0{,}375 \leqslant \leqslant 3{,}75$ şi $|\varepsilon| < 2{,}2 \cdot 10^{-7}$ pentru ca şi $\xi > 3{,}75$.

Evaluarea relaţiei (15) s-a făcut pentru condiţii foarte variate, dintre care dăm aici rezultatele pentru următoarele date :

$d = 0{,}5$ mm ;

$p_0 = 19$ bar ;

$p_1 = 1{,}01325$ bar ;

$v_a = 278{,}8$ m/s ;

$x = 13{,}71$ m ;

$\mu = 1{,}75 \cdot 10^{-5}$ N·s/m².

Pentru verificare s-a ales o curbă experimentală, obţinută pe un capilar cu lunigmea de 13,71 m şi cu diametrul de 0,5 mm. Experimentul a constat în deschiderea bruscă a ventilului din aval (ventilul din amonte fiind închis) cînd în tub se afla azot la temperatura de 20°C şi presiunea absolută de 19 bar.

Curbele experimentale pentru fiecare din presiunile în aval şi în amonte sînt prezentate în figura 8. Compararea curbei de variaţie a presiunii în aval cu datele din tabelul 8 se face în figura 8, unde este reprezentată curba experimentală şi punctele teoretice. Se poate observa o concordanţă excepţională, punctele aliniindu-se perfect pe curba experimentală.

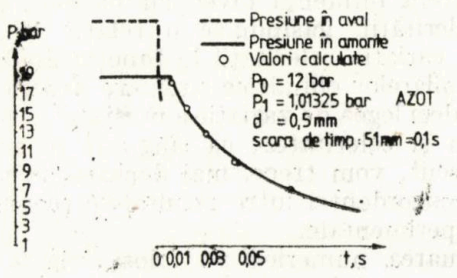


Fig. 8. Verificarea experimentală a legii de propagare a undelor de presiune în capilare

Concluzia care reuzltă de la sine este că legitatea determinată de autori pentru celeritatea în canale capilare este corectă. Concordanţa observată mai sus a fost constatată pentru toate verificările efectuate de autori şi nereproduse aici din lipsă de spaţiu.

Procedînd în mod asemănător se poate descrie propagarea undelor de presiune în fisurile plane, celeritatea fiind dată de legea (59).

Coneluzii

1. Mişcarea nestaţionară prin conducte are acelaşi caracter — este descrisă de aceleaşi legi — atît pentru gaze cît şi pentru lichide.

2. Neglijarea forţelor de inerţie simplifică mult rezolvarea ecuaţiei de mişcare, rezultatele aplicării numerice a soluţiei sînt foarte apropiate de cele obţinute prin aplicaţia numerică a soluţiei ecuaţiei de mişcare fără neglijarea forţelor de inerţie.

3. Propagarea undelor de presiune în conducte şi în mediile poroase se face după aceeaşi lege generală, diferenţa manifestîndu-se prin coeficienţi speficici.

4. Soluţiile ecuaţiilor de mişcare pentru medii finite sînt mult mai complicate decît pentru mediile infinite. Odeh [3] demonstrează prin evaluarea numerică a soluţiilor în cele două cazuri că diferenţele sînt cu totul nesemnificative. Acest lucru a constituit argumentul pentru folosirea soluţiilor obţinute pentru mediile infinite şi pentru mediile finite.

5. Sînt particularizate soluţiile ecuaţiilor de mişcare pentru condiţii la limită care prezintă interes din punct de vedere practic.

6. Plecînd de la similitudinea dinamică între curgerea prin canale circulare şi prin fisuri, pe baza permeabilităţii, se extind soluţiile ecuaţiilor de mişcare pentru fisuri şi pentru canale necirculare.

7. Plecînd de la unele observaţii experimentale [1] privind celeritatea în medii poroase, care este cu mult inferioară vitezei sunetului prin mediul fluid care-l saturează, s-a pus problema determinării celerităţii în figurile plane. Cercetările au fost făcute pe canale capilare cu diametrul cuprins între 0,16 şi 0,75 mm. S-a obţinut următoarea lege pentru celeritatea în azot :

$$v_a = 0{,}5691 \cdot d,$$

în care d este diametrul interior al capilarului presupus rigid pe baza unor calcule de rezistenţă.

8, Influenţa presiunii asupra celerităţii s-a dovedit neimportantă, iar temperatura are o influenţă relativ importantă, conform legii:

$$v_{a,t} = v_{a,20} \cdot \sqrt{1 + 0{,}0037(t - 20)}, \quad (56)$$

tot pentru azot.

9. Pe baza similitudinii amintite, s-a scris legea (57) şi pentru fisuri, sub forma:

$$v_a = 0{,}9293 \cdot s. \quad (59)$$

10. Legea de variaţie a presunii în spaţiu şi timp în canale capilare, obţinută pe cale teoretică şi completată cu celeritatea dată de legea (57), se află într-o foarte bună concordanţă cu presiunea înregistrată cu ajutorul unui oscilograf. Această concordanţă reprezintă validarea legii de propagare a undelor de presiune în capilare şi celei a celerităţii în azot.

Bibliografie

[1] Oroveanu, T., Asef, M. *Asurpa unei probleme de mişcare nestaţionară în conductele de gaze.* St. şi Cerc. de Mec. Apl., Tom 40, nov.-dec. 1981.

[2] Foster, W. R., Mc. Millen, J. M. Odeh, A.S. *The Equations of Motion of Fluids in Porous Media I. Propagation Velocity of Pressure Pulses.* S.P.E. Jour, dec. 1967.

[3] Odeh, A. S., Mc. Millen, J. M. *Pulse Testing. Mathematical Analysis and Experimental Verifications.* S.P.E. Jour, oct. 72.

[4] Oroveanu, T., Pascal, H. *On the propagation of Pressure Waves in a Liquid Flowing Through a Porous Medium.* Rev. Mec. Appl. vol. 4, nr. 3, 1959.

[5] Ionescu, D. *Introducere în hidraulică.* Ed. tehnică, 1977.

[6] Oroveanu, T. *Sur l'utilization de la méthode des caractéristiques a l'étude de certaines écoulements lents des gaz.* Rev. Mec. Appl., vol. 4, nr. 13, 1968.

[7] Manolescu, G., Soare, E. *Fizico-chimia zăcămintelor de hidrocarburi.* Ed. didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1981.

[8] Creţu, I. *Hidraulica generală şi subterană.* Ed. didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1971.

[9] Louis, C. *Bulletin de la direction des études et recherches nucléaire, hydraulique, thérmique. Serie A,* nr. 3, 1968.

[10] Stan, Al. *Teză de doctorat,* Ploieşti, 1974.

[11] Langnes, G. L. ş.a, *Secondary Recovery and Carbonate Reservoirs.* Elsevier, New York, 1972.

[12] * * * *Aide-mémoire de résistance des matériaux.* Moscova, 1980.

[13] Constantinescu I. ş.a. *Prelucrarea datelor experimentale cu calculatoare numerice.* Ed. tehnică, Bucureşti, 1980.

[14] Oroveanu, T. *Mecanica fluidelor viscoase.* E.Academiei R.S.R. 1967.

[15] Abramovitz, A., Astegun, I. *Handbook of Mathematical Functions.* 1964.

[16] Minescu, F. *Teză de doctorat.* Ploieşti, 1984.

Experimente de injecţie ciclică şi continuă de apă în zăcămîntul supra-Kliwa din blocul III a de la Frumoasa

Ing. **N. Stănăringă**
I.C.P.P.G. Cîmpina
ing. **Gh. Dona** şi
ing. **Gh. Marin**
Schela de producţie petrolieră Zemeş

I. Introducere

Principala problemă care se punea — în anul 1976 [11] — în legătură cu exploatarea zăcămîntului supra-Kliwa de la Frumoasa era găsirea unor soluţii pentru creşterea debitelor de ţiţei ale sondelor şi mărirea recuperării, deoarece debitul mediu zilnic lunar de ţiţei era de numai 0,3 t/zi/sondă, iar factorul de recuperare realizat reprezenta 5,1%. Se estimase, de asemenea, că, prin metode primare, cu gabaritul existent, s-ar fi ajuns la o recuperare de 6,1%.

Pentru testarea posibilităţilor de creştere a debitului sondelor din blocul III a şi de mărire a recuperării ţiţeiului, s-a recurs la efectuarea a două experimente de injecţie intraconturală de apă. În acest scop, s-a procedat la constituirea — atît din sonde existente, cît şi din sonde anume săpate — a două panouri, în cinci puncte, sondele de injecţie fiind centrale.

Unul din panouri a fost destinat injecţiei ciclice, iar celălalt injecţiei continue cu debite moderate.

Cunoştinţele existente în anul 1976 [12—27] arătau, în principal, că injecţia ciclică sau continuă de apă cu debite moderate, efectuată în zăcăminte fisurate cu permeabilităţi mici — parţial asemănătoare celui din supra-Kliwa de la Frumoasa — a condus la mărirea debitelor de ţiţei ale sondelor şi la creşterea eficienţei recuperării.

Articolul de faţă îşi propune să analizeze modul de realizare a celor două experimente, rezultatele obţinute şi să prezinte unele recomandări pentru a se continua creşterea debitelor de ţiţei şi a recuperării finale.

II. Istoricul exploatării

Acumulările de ţiţei din structura Frumoasa, situată în zona de dealuri a judeţului Bacău,

au fost descoperite în anul 1965. Exploatarea zăcămîntului a început în același an.

1. Date geologo-fizice

Orizontul productiv, supra-Kliwa, are trei complexe, constituite din gresii silicioase cu bobul fin, dure, cu un sistem — probabil redus — de microfisuri, cu intercalații discontinue de disodile în complexul inferior *a* și, mai frecvente, în complexul *c*. Complexele sînt separate între ele prin intercalații predominant disodilice.

Existența unor microfisuri poate fi susținută de următoarele: un eșantion de carotă s-a găsit fisurat; permeabilitatea efectivă rezultată din cercetarea prin măsurători de presiune a sondei 18 (blocul II) este, practic, de două ori mai mare decît permeabilitatea absolută; factorul tectonic (cute-solzi); rezultatele experimentelor de injecție intraconturală a apei, care fac obiectul articolului de față.

Grosimea medie efectivă a complexelor productive este cuprinsă între 12 m (în *a*) și 4 m (în *c*) [7]. Adîncimea sondelor nu depășește 700 m, elevațiile acestora, în blocul III a, măsurînd între 490 și 670 m (fig. 1, 2).

Formarea capcanelor în zona Frumoasa a fost determinată exclusiv de factorul tectonic. La orizontul supra-Kliwa, factorul tectonic a creat condiții favorabile de formare a unor zăcăminte de țiței în complexele *a*, *b* și *c* din blocul III a (fig. 2 *a*) [7].

Principalele caracteristici fizice ale zăcămîntului sînt redate în tabelul 1.

2. Istoricul exploatării

În blocul III a (fig. 1) s-au săpat 21 sonde din care 18 în zona saturată cu țiței.

Construcția majorității sondelor s-a realizat după următorul program:

— coloană de ancoraj de 8 5/8 in,
— coloană de exploatare de 5 1/2 in.

Debitele inițiale ale sondelor, forate între anii 1965 și 1972, au fost cuprinse între 4 t/zi și 27 t/zi. Sondele săpate în anii 1977, 1978, în vederea constituirii unor panouri experimen-

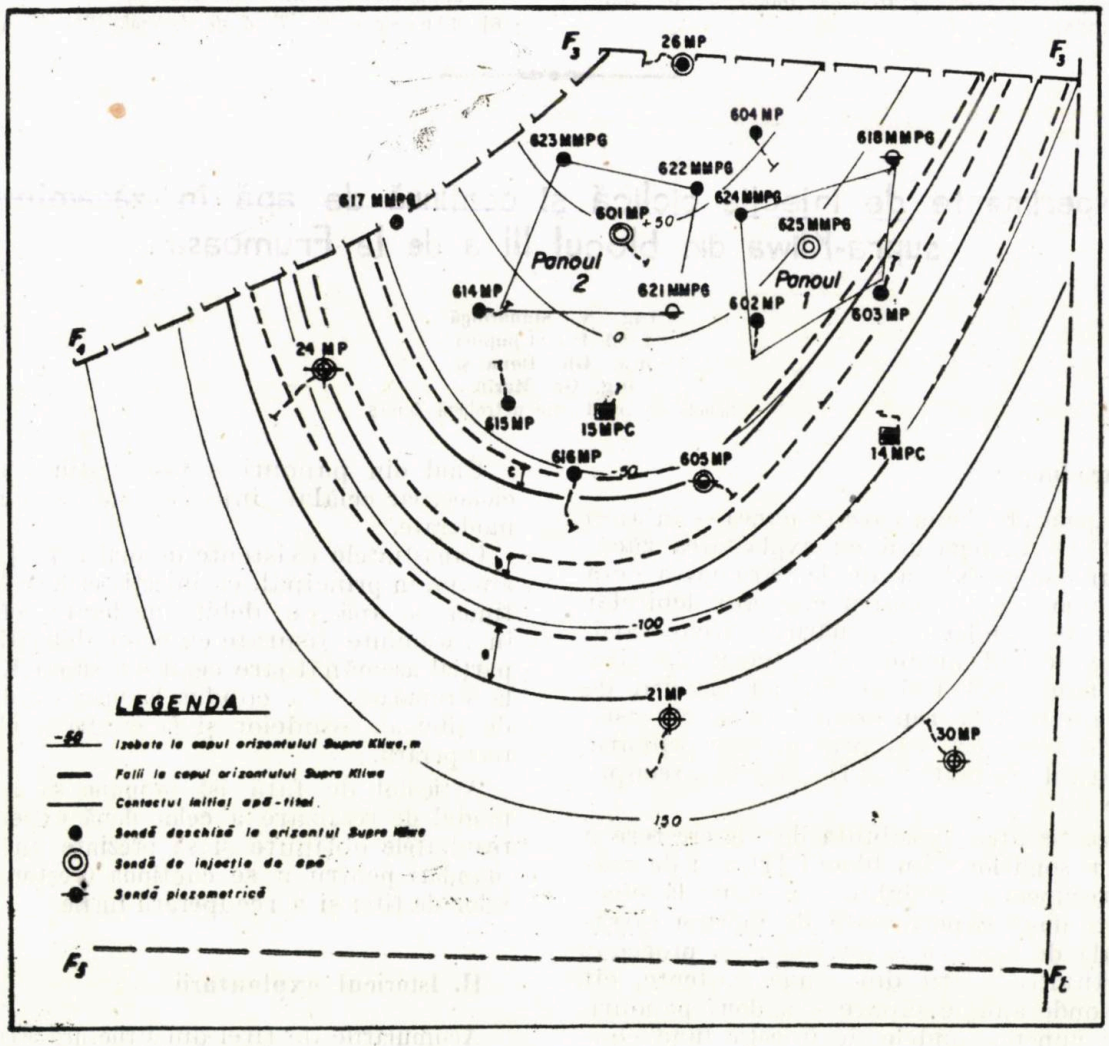


Fig. 1. Blocul III a de la Frumoasa; schița structurală la capul orizontului supra-Kliwa [11]

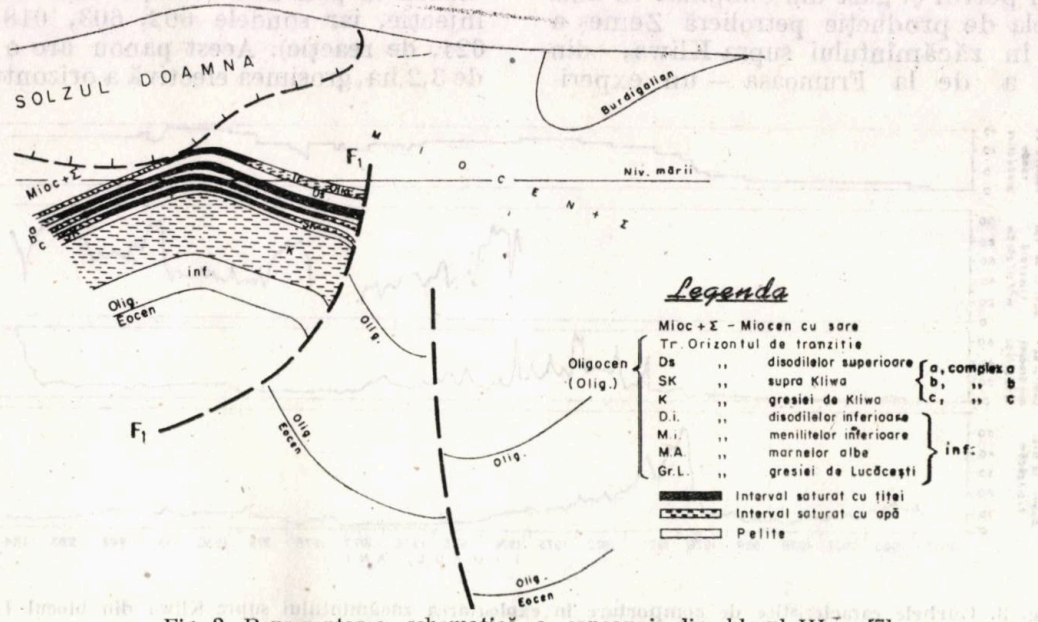


Fig. 2. Reprezentarea schematică a capcanei din blocul III a [7]

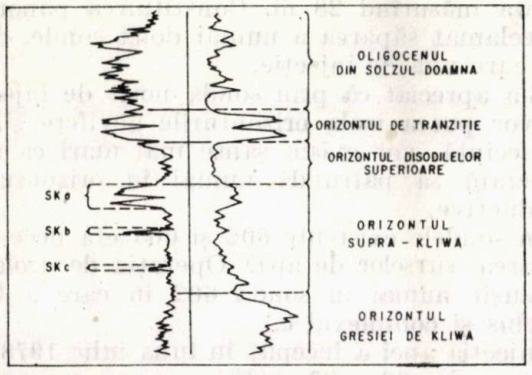


Fig. 2 *a*. Profil electric tip Frumoasa cu separarea orizonturilor din oligocen

Tabelul 1

Principalele caracteristici fizice ale zăcămîntului

Parametrul	Valoarea medie
A. Condițiile inițiale de zăcămînt	
Presiunea, MPa (kgf/cm²)	5,9 (60)
Temperatura, °C	25
B. Roca-magazin	
Porozitatea efectivă, %	15
Permeabilitatea absolută, m² (mD)	217×10^{-4} (22)
Saturația în apă interstițială, %	33
C. Țițeiul	
C_1. În condiții inițiale	
Presiunea de saturație, MPa (kgf/cm²)	5,9 (60)
Rația de soluție, St.m³/m³	30
Factorul de volum	1,135
Viscozitatea dinamică, Pa.s (cP)	$2,225\times10^{-3}$(2,225)
C_2. În condiții standard	
Greutatea specifică, kg/m³ (kg/dm³)	870 (0,870)
Viscozitatea dinamică, Pa.s (cP)	$7,7\times10^{-3}$ (7,7)

tale de injecție a apei, au intrat în producția cu debite de țiței de 1—4 t/zi.

Producția de țiței, din blocul III a, a scăzut rapid, ajungîndu-se în anul 1977 la debite medii de țiței de la 0,25 t/zi/sondă la 0,4 t/zi/sondă (fig. 3).

Apa produsă de sonde a crescut*), mai ales din anii 1971—1972.

Sondele au produs, de la început, cu rații gaze-țiței ridicate, acestea ajungînd în anul 1971 la o valoare medie de aproximativ 500 St·m³/m³, care se menține pînă în anul 1978. Rațiile mari gaze-țiței sînt o consecință a valori micii a permeabilității absolute a rocii magazin, a presiunilor diferențiale mari cu care produc sondele, dar și a gradului mic de subsaturare a țițeiului.

În luna martie a anului 1974, s-a inițiat un proces experimental de injecție extraconturală de apă prin sonda 605. Injecția a continuat pînă în luna iulie 1974. Cumulativul de apă injectată reprezintă 59 000 m³ (cca. 3,3% din volumul de pori al zăcămîntului), debitele fiind cuprinse între 100 și 20 m³/zi, la presiuni de injecție de 7,8 MPa (80 kgf/cm²)—— 14,2 MPa (145 kgf/cm²).

Măsurătorile de presiune și profilul de temperatură cu sonda închisă, efectuate în sonda 604, permit să se aprecieze că apa injectată în această sondă a intrat preferențial într-o lentilă din capul complexeului *a* și, probabil, în disodilele superioare. În aceste condiții, injecția nu a influențat comportarea nici a celor mai apropiate sonde.

Ca urmare a recomandărilor din studiul [11], întocmit de Institutul de cercetări și proiec-

*) Orizontul Kliwa este inundat, iar în orizontul de tranziție există o zonă redusă de țiței.

tări pentru petrol și gaze din Cîmpina, în anul 1978, Schela de producție petrolieră Zemeș a început — în zăcămîntului supra-Kliwa, din blocul III a de la Frumoasa — un experiment de injecție ciclică de apă, printre primele de acest tip din R. S. România, și, în anul următor, s-a inițiat injecția experimentală continuă de apă.

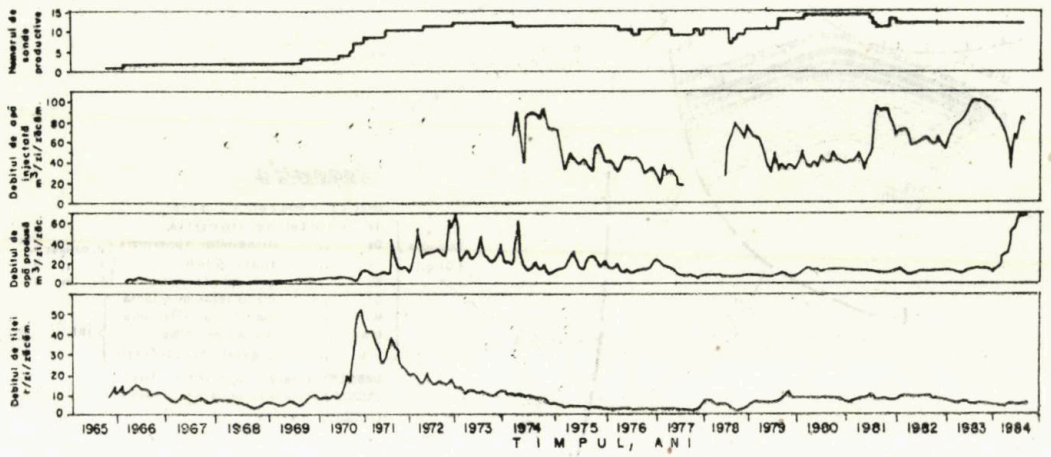


Fig. 3. Curbele caracteristice de comportare în exploatarea zăcămîntului supra-Kliwa din blocul III a.

III. Analiza procesului experimental de injecție ciclică a apei în panoul I

Informații cu privire la experimentarea în laborator și șantier a inundării unor roci-magazin de permeabilitate mică și slab fisurate sînt redate în literatura de specialitate [12—28]. Se detașează, în ce privește aplicarea pe scară industrială a injecției continue cu debite reduse și a injecției ciclice (intermitente), cît și pentru rezultatele satisfăcătoare obținute, procesele din zăcămîntul Spraberry din S.U.A. [16].

În timpul injecției continue cu debite mici, apa îmbibă matricea, deplasînd țițeiul în fisuri. Injecția ciclică se bazează pe ideea că producția se obține prin expansiunea rocii și a fluidelor conținute o dată cu scăderea presiunii zăcămîntului, în timp ce forțele capilare tind să rețină o parte a apei din rocă [16].

Principala concluzie care s-a desprins în urma aplicării pe o perioadă lungă de timp a unui proces de injecție ciclică cu debite mari și a unui proces de spălare prin inhibare cu debite reduse staționare, la zăcămîntul Spraberry, a fost aceea că procesele au avut aceeași eficiență în ceea ce privește producția de țiței, pe sonda medie, pe o perioadă lungă de timp [16].

Ținînd seama de cele de mai sus, pentru mărirea debitelor de țiței ale sondelor și obținerea unei recuperări a țițeiului din orizontul supra-Kliwa, pe cît posibil mai mari, s-a recomandat [11] inițierea unui proces de injecție ciclică în panoul 1 (locația 625, centrală, de injecție, iar sondele 602, 603, 618 și locația 624, de reacție). Acest panou are o suprafață de 3,2 ha, grosimea efectivă a orizontului supra-Kliwa măsurînd 28 m. Constituirea panoului a reclamat săparea a numai două sonde, dintre care una de injecție.

S-a apreciat că prin sonda nouă de injecție se vor putea izola orizonturile acvifere și, în consecință, vor exista șanse mai mari ca apa injectată să pătrundă numai în orizonturile productive.

În sondele existente 602 și 603 era necesară izolarea surselor de apă. Operația de izolare, a reușit numai în sondă 602 în care a fost deschis și complexul *c*.

Injecția apei a început în luna iulie 1978 cu debite de 60 — 80 m³/zi, care au scăzut treptat, ajungînd în sept. 1979 la 30 m³/zi, presiunile de injecție fiind cuprinse între 4,9 MPa (50 kgf/cm²) și 9,8 MPa (100 kgf/cm²) (fig. 4; 5). S-au injectat în total 25 800 m³ apă. În această perioadă, cu o durată de 15 luni, sondele de reacție au fost închise.

Presiunea de zăcămînt s-a măsurat în toate sondele de reacție, obținîndu-se valori diferite de la sondă la sondă. Astfel, în sonda 603 presiunea a rămas, practic, constantă, în timp ce în sonda 602 a crescut de la 1,3 MPa (13 kgf/cm²) la 2,5 MPa (26 kgf/cm²), în sonda 624, printr-o evoluție relativ lentă, de la 1,3 MPa (13 kgf/cm²) la 6,4 MPa (65 kgf/cm²), iar în sonda 618, printr-o evoluție rapidă, de al 2,5 MPa (25 kgf/cm²) la 5,9 MPa (60 kgf/cm²).

Comportarea, de la intrarea în producție, a sondelor care constituie gabaritul de reacție este redată în figurile 4 și 5, mai detaliat, din anul 1977. Date specifice, mai importante, asupra panoului I sînt cuprinse în tabelul 2.

Analiza comportării în exploatare a sondelor de reacție din panoul I în ciclul de producție (ulterior injecției ciclice și anterior celei con-

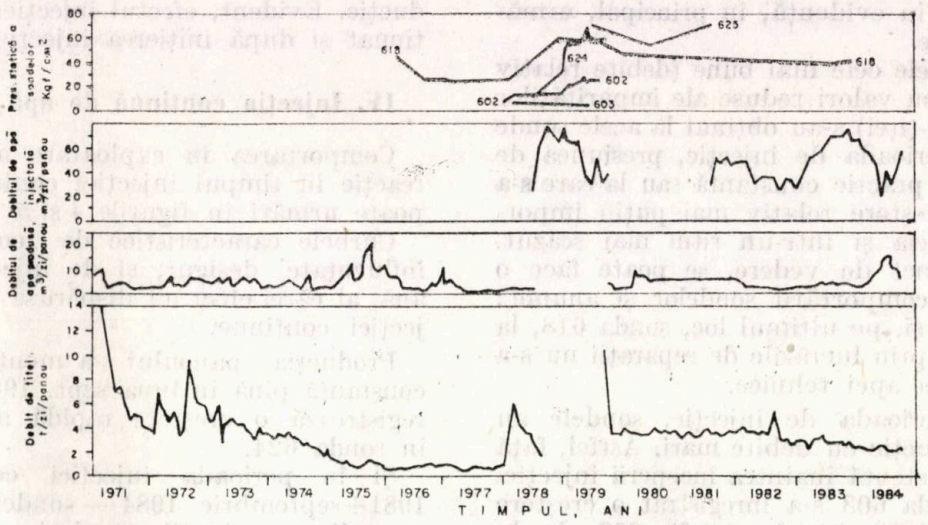


Fig. 4. Curbele caracteristice de comportare în exploatare a sondelor din panoul I.

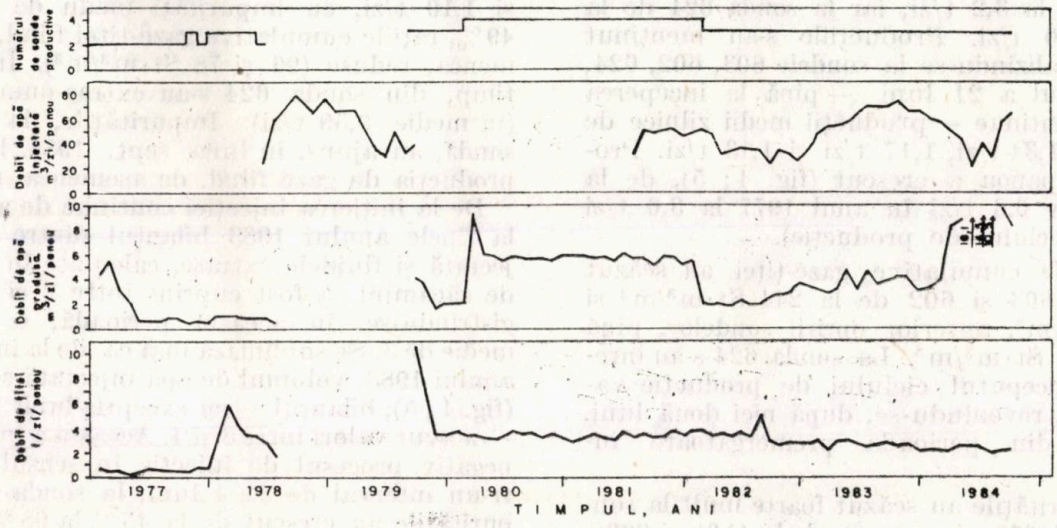


Fig. 5. Curbele caracteristice de comportare în exploatare a sondelor din panoul I în perioada injecției de apă

Tabelul 2

Date asupra comportării în exploatare a sondelor de reacție din panoul I

Parametrii de bază pentru exploatare	Perioada anterioară injecției ciclice				Perioada ulterioară injecției ciclice și anterioară celei continue oct. 1979—iunie 1981				Perioada injecției continue iulie 1981 — septembrie 1984			
Denumirea sondelor	603	602	624	618	603	602	624	618	603	602	624	618
Debitul de țiței[1], t/zi	0,7	0,4[2]	1,06	—	1,54	3,2	4,0	2,8[3]	1,35	1,4	0,9	—
Impurități, [1]	41	90	22	—	18	24	50	97	17	40	45	—
Rația gaze-țiței [1], St·m³/m³	296	217	81	—	42	18	42	31	64	30	77	—
Producția cumulativă de țiței, t	6 681	2024	336	1742	858	744	720	54)	1 544	1 332	592	—
Rația cumulativă apă-țiței	0,12	3,35	0,21	1,76	0,22	0,54	0,88	—	0,4	1,12	4,1	—
Impurități, medii. %	10,7	77	17	64	10,3	35	47,8	—	28,6	48,7	80,4	—
Rația cumualtivă, gaze-țiței, St.m³/m³	244	460	81	287	64	30	79	—	96	78	171	—
Numărul lunilor de producție	93	105	8	44	21	21	21	—	40	40	40	—
Producția medie de țiței, t/zi	2,36	0,63	1,38	1,3	1,34	1,17	1,13	—	1,26	1,10	0,48	—

[1]) Se referă la media din luna premergătoare injecției ciclice, respectiv prima lună de producție după injecția ciclică sau după inițierea injecției continue.
[2]) Producție lunară (intermitentă). Sonda a produs, în patru zile, în total, 0,4 t țiței.
[3]) Sonda a produs numai o zi.
[4]) Producție realizată în 17 zile cu impurități de 99,9%.

tinue) a scos în evidență, în principal, următoarele aspecte.

● Rezultatele cele mai bune (debite relativ mari de țiței cu valori reduse ale impurităților și rațiilor gaze-țiței) s-au obținut la acele sonde în care, în perioada de injecție, presiunea de fund a rămas practic constantă sau la care s-a remarcat o creștere relativ mai puțin importantă a acesteia și într-un ritm mai scăzut. Din acest punct de vedere, se poate face o ierarhizare a comportării sondelor și anume: 603, 602, 624 și, pe ultimul loc, sonda 618, la care, de fapt, prin lucrările de reparații nu s-a izbutit izolarea apei tehnice.

● După perioada de injecție, sondele au intrat în producție cu debite mari. Astfel, față de situația existentă înaintea începerii injecției ciclice, la sonda 603 s-a înregistrat o creștere de la 0,7 la 1,54 t/zi, la sonda 602 de la 0,1 t/zi (producția prin acumulare totaliza 0,4 t/lună) la 3,2 t/zi, iar la sonda 624 de la 1,06 la 4,0 t/zi. Producțiile s-au menținut ridicate, realizîndu-se la sondele 603, 602, 624, pe parcursul a 21 luni — pînă la începerea injecției continue — producții medii zilnice de respectivi 1,34 t/zi, 1,17 t/zi și 1,13 t/zi. Producția pe panou a crescut (fig. 4; 5), de la aproximativ 0,6 t/zi în anul 1977 la 3,6 t/zi (medie a ciclului de producție).

● Rațiile cumulative gaze-țiței au scăzut la sondele 603 și 602 de la 244 St·m³/m³ și 460 St·m³/m³, anterior opririi sondelor, pînă la 64 și 30 St·m³/m³. La sonda 624 s-au înregistrat la începutul ciclului de producție valori reduse, revenindu-se, după nici două luni, la rațiile din perioada premergătoare injecției.

● Impuritățile au scăzut foarte mult la sondele 602 și 603 și anume de la 41% și 90%, anterior injecției, la valori medii pentru întregul ciclu de producție de 19,3% și 35% (rații apă-țiței, RAT, de 0,22 și 0,54). La sonda 624 s-a observat o creștere a impurităților de la 22 la 48% (valoare medie a ciclului de producție).

Se menționează că mărirea rapidă a producției de țiței, anterioară injecției (semestrul I al anului 1978) și scăderea acesteia într-un ritm, de asemenea, alert, se datorează punerii în producție a sondelor noi (624 destinată a fi sondă de reacție și 625 exploatată în cadrul pregătirii pentru injecție).

În luna iulie 1981, în vederea menținerii pe o perioadă lungă de timp și la un nivel ridicat a efectelor favorabile ale injecției ciclice, s-a reluat injecția de apă, aceasta devenind continuă.

Prin săparea unei sonde de injecție și a unei sonde de reacție și ca efect al injecției ciclice de apă, pînă în luna iulie 1981 s-au extras 2 322 t țiței, din care 2 200 t reprezintă plus de producție. Evident, efectul injecției ciclice a continuat și după inițierea injecției continue.

IV. Injecția continuă de apă în panoul I

Comportarea în exploatare a sondelor de reacție în timpul injecției continue de apă se poate urmări în figurile 4 și 5 și tabelul 2.

Curbele caracteristice de comportare sînt influențate, desigur, și de injecția ciclică de apă, al cărei efect nu dispăruse la inițierea injecției continue.

Producția panoului s-a menținut, practic, constantă pînă în luna sept. 1982, cînd se înregistrează o creștere rapidă a impurităților în sonda 624.

Și în perioada injecției continue — iulie 1981÷septembrie 1984 — sondele 603 și 602 au realizat producții cumulative mari de 1 544 t și 1332 t, debitele medii zilnice fiind de 1,26 și 1,10 t/zi, cu impurități medii de 29% și 49%, rațiile cumulative gaze-țiței fiind, de asemenea, reduse (96 și 78 St·m³/m³). În același timp, din sonda 624 s-au extras numai 559 t (în medie 0,59 t/zi). Impuritățile, la aceeași sondă, au ajuns, în luna sept. 1984, la 98%, producția de gaze fiind, de asemenea, ridicată.

De la inițierea injecției continue de apă pînă la finele anului 1983 bilanțul dintre apa injectată și fluidele extrase, calculate în condiții de zăcămînt, a fost cuprins între 2 și 4, înregistrîndu-se, în această perioadă, o valoare medie de 3. Se subliniază însă că, de la începutul anului 1983, volumul de apă injectată s-a mărit (fig. 4; 5), bilanțul — cu excepția lunii ianuarie — a avut valori între 3 și 4. Aceasta a influențat negativ procesul de injecție în sensul că, într-un interval de 3—4 luni, la sonda 624 impuritățile au crescut de la 45% la 98%, iar la sonda 603 de la 15÷20 la 35÷45%, cu o concomitentă mărire a rațiilor gaze-țiței, mai ales la sonda 624. În anul 1984, s-a procedat la scăderea debitului de injecție, bilanțul dintre apa injectată și fluidele extrase estimate în condiții de zăcămînt devenind 1,65 (valoare medie pentru 9 luni). Ca urmare a acestui fapt, s-a realizat un ritm mai lent de micșorare a producției de țiței, dar impuritățile au continuat să crească în special din cauza inundării sondei 624. În aceste condiții, menținerea în producție a sondei 624 nu este justificată.

În panoul I, ca urmare a săpării sondelor 624 (reacție) și 625 (injecție) și aplicării injecției de apă (ciclice și continue) s-a obținut pînă în luna septembrie 1984 un plus de producție de 5 000 t, din care 2 200 t pînă la inițierea injecției continue de apă. Plusul de producție se datorează, în mare măsură, injecției, dacă se ține seama de faptul că, în sondele noi, anterior injecției, s-a înregistrat un declin mare (o scădere a debitului mediu zilnic lunar de la 2,4 la 1 t/zi, într-un interval de 6 luni).

O diferențiere a plusului de producție datorat sondelor noi, respectiv injecției de apă, este greu de făcut, iar separarea din contribuția injecției de apă a celei ciclice sau continue este și mai dificilă.

Deși de la inițierea injecției de apă în panoul I au trecut mai bine de 6 ani și se cunoaște o valoare cu totul orientativă a eficienței recuperării în panou și anume de 25% (raportul dintre producția sondelor din panou și rezerva geologică inițială cuprinsă între liniile care unesc sondele de reacție *) se subliniază faptul că nu este posibilă efectuarea de prevederi pe termen lung a debitelor de producție și nici estimarea recuperării finale.

Rezultatele obținute în panoul I recomandă extinderea injecției ciclice de apă prin constituirea de noi panouri în blocul III a, în care să fie utilizate sonde existente și noi. Aceasta va conduce la mărirea debitelor de țiței ale sondelor și la creșterea factorului de recuperare a țițeiului. Experimentul a confirmat ideea [16] potrivit căreia în injecția ciclică producția se obține prin expansiunea rocii și a fluidelor conținute, o dată cu scăderea presiunii zăcămîntului, în timp ce forțele capilare tind să rețină o parte a apei din rocă.

V. Analiza procesului experimental de injecție continuă a apei în panoul II

Injecția de apă din panoul II a fost inițiată în luna septembrie 1979. Pentru constituirea acestui panou a fost necesară săparea a trei sonde de reacție 621, 622 și 623, din gabaritul anterior fiind folosite sondele 601, pentru injecție, și 614, pentru reacție (fig. 1). Sondele noi au intrat în producție, în intervalul septembrie — decembrie 1978, cu debite de țiței între 1 și 2,2 t/zi, rații gaze-țiței de 40—80 $St \cdot m^3/m^3$ și impurități de 16—40%.

Volumul brut al panoului II este apropiat de cel al panoului I.

În panoul II injecția de apă este continuă și, în general, bilanțul dintre apa injectată și fluidele extrase este subunitar (0,84 este media pe întreaga perioadă).

Curbele de comportare în exploatare a sondelor de reacție din panou sînt prezentate în figurile 6 și 7.

Evoluția exploatării sondelor din panoul II permite formularea următoarelor constatări mai importante.

- Creșterea producției din panou, în perioada septembrie 1978 — septembrie 1979 se datorează punerii în producție a sondelor 621, 622, 623.

- Constanța remarcabilă a producției celor trei sonde noi, înaintea începerii injecției de apă, este legată și de faptul că acestea au fost săpate în zone relativ mai puțin drenate.

- Injecția de apă a avut efecte pozitive asupra sondelor 614, mai ales, și 622 și negative asupra sondelor 621, în special, și 623. Se subliniază că măsurătorile de presiune existente — din perioada injecției — arată în sonda 614 cea mai mică și lentă creștere de presiune, iar în sonda 621 valori de presiune ridicate

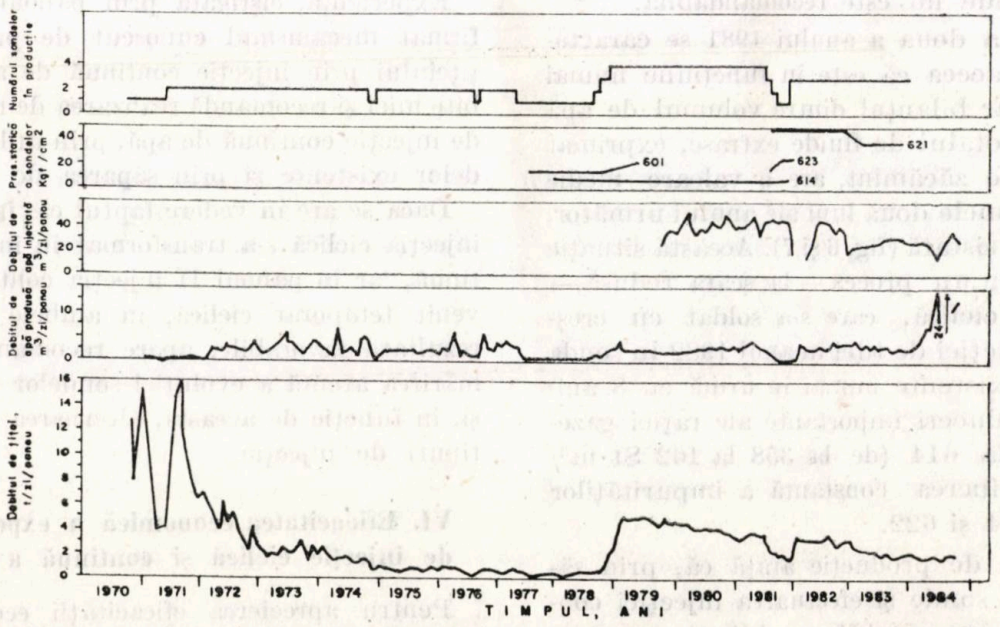


Fig. 6. Curbele caracteristice de comportare în exploatare sondelor din panoul II

- Detaliind comportarea sondelor de reacție, se constată următoarele. În sonda 614, în anii 1978 și 1979, se evidențiază o creștere anuală a producției de țiței cu 60 — 70 t, cu

*) Acest raport la inițierea injecției ciclice reprezenta 15,9% (producția realizată însuma circa 2/3 din producție totală).

o concomitentă reducere a raţiei gaze-ţiţei şi a impurităţilor (de la 475 la 360 St·m³/m³ respectiv de la 48 la 40 %). La sonda 622 s-au înregistrat — ca efect favorabil — reduceri ale raţiei gaze-ţiţei şi ale impurităţilor. Spre deosebire de sondele menţionate, sonda arată o valoare orientativă de 24,4 %, rezultatele obţinute nu sînt extrapolabile pe întreaga suprafaţă a zăcămîntului supra-Kliwa din blocul III a, nu este posibilă efectuarea de prevederi de producţie pe termene lungi şi nici estimarea factorului final de recuperare.

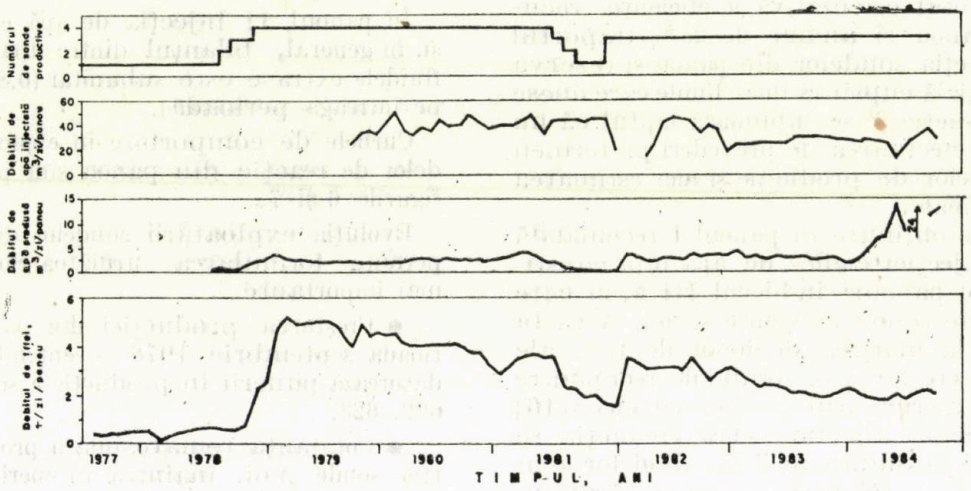


Fig. 7. Curbele caracteristice de comportare în exploatare a sondelor din panoul II în perioada injecţiei de apă

621 s-a inundat în luna iunie 1981, iar în sonda 623 producţia de ţiţei scade treptat o dată cu creşterea impurităţilor şi a raţiei gaze-ţiţei. Se arată că mărirea, în anul 1984, a debitului de apă produsă din panou este cauzată de inundarea sondei 623 şi că menţinerea în producţie a acestei sonde nu este recomandabilă.

● Partea a doua a anului 1981 se caracterizează prin aceea că este în funcţiune numai sonda 622, iar bilanţul dintre volumul de apă injectată şi totalul de fluide extrase, exprimat în condiţii de zăcămînt, are o valoare medie de 2,9. În primele două luni ale anului următor, injecţia a fost sistată (fig. 6 şi 7). Această situaţie echivalează cu un proces — la scara redusă — de injecţie ciclică, care s-a soldat cu creşteri ale producţiei de ţiţei în anul 1982 în sonda 614 (valori existente numai în urmă cu 8 ani) şi 622, cu reduceri importante ale raţiei gaze-ţiţei în sonda 614 (de la 358 la 162 St·m³/m³) şi menţinerea constantă a impurităţilor în sondele 614 şi 622.

Estimaţiile de producţie arată că, prin săparea de noi sonde şi efectuarea injecţiei continue de apă în panoul II, s-a obţinut o producţie suplimentară de 6 100 t.

Şi în acest caz, cu toate că injecţia continuă de apă durează de aproximativ 5 ani, iar eficienţa recuperării (estimată ca în panoul I) Dată fiind comportarea sondelor noi, anterioară începerii injecţiei de apă, se apreciază că o parte însemnată a plusului de producţie din panoul II se datorează producţiei acestor sonde, iar injecţia a contribuit la menţinerea unor debite de ţiţei relativ ridicate.

Experienţa, cîştigată prin panoul II, a confirmat mecanismul cunoscut de producere a ţiţeiului prin injecţie continuă de apă cu debite mici şi recomandă realizarea de noi panouri de injecţie continuă de apă, prin utilizarea sondelor existente şi prin săparea de noi sonde.

Dacă se are în vedere faptul că, în panoul I, injecţia ciclică s-a transformat în injecţie continuă, iar în panoul II injecţia continuă a devenit temporar ciclică, în ambele cazuri cu rezultate favorabile, apare recomandabilă urmărirea atentă a evoluţiei sondelor de reacţie şi, în funcţie de aceasta, alternarea celor două tipuri de injecţie.

VI. Eficacitatea economică a experimentelor de injecţie ciclică şi continuă a apei

Pentru aprecierea eficacităţii economice a celor două experimente s-au comparat cheltuielile cu forajul şi reparaţia capitală a sondelor şi cele reclamate de injecţie cu costul producţiei suplimentare de ţiţei realizate pînă la 1.10.1984. Indiferent de tipul injecţiei, res-

pectiv atît în panoul I (injecţie ciclică), cît şi în panoul II (injecţie continuă), valoarea producţiei suplimentare depăşeşte valoarea cheltuielilor menţionate, dovedind eficacitatea economică a experimentelor efectuate.

Concluzii

1. Operaţiile experimentale de injecţie ciclică şi continuă a apei efectuate în zăcămîntul supra-Kliwa din blocul III a de la Frumoasa au arătat că ambele metode conduc la creşterea debitelor de ţiţei ale sondelor şi la mărirea eficienţei recuperării şi au confirmat mecanismele cunoscute de producere a ţiţeiului.

2. Valoarea producţiei suplimentare obţinute prin sondele de reacţie din fiecare panou a depăşit cheltuielile legate de constituirea panourilor (sonde noi şi reparate) şi injecţie.

3. Pe baza experimentelor realizate nu se pot efectua prevederi de producţie pentru intervale lungi de timp, rezultatele nu sînt extrapolabile la întregul bloc şi, evident, nu este posibilă estimarea recuperării finale a ţiţeiului.

4. Aportul injecţiei de apă nu poate fi separat de cel al săpării de sonde noi.

5. Experimentele realizate recomandă constituirea de noi panouri de injecţie a apei în scopul creşterii producţiei de ţiţei şi al măririi eficienţei recuperării. În aceste panouri, în funcţie de evoluţia exploatării, se va proceda la alternarea judicioasă a injecţiei ciclice cu injecţia continuă.

Bibliografie

[1] Mocuţa, St. T. *Analiza posibilităţilor de valorificare a rezultatelor obţinute prin lucrările de explorare pe structura Frumoasa.* 1968 Ac. 18.15.2—21. Arhiva ICPPG—Cîmpina.

[2] Mocuţa, St. T. *Analiza datelor geologo-fizice şi a comportării în exploatare a zăcămîntului oligocen de la Frumoasa în vederea reestimării rezervelor şi stabilirii de noi măsuri pentru intensificarea extracţiei.* 1970. Ac. 18.15.5—49. Arhiva ICPPG—Cîmpina.

[3] * * * *Proiecte geologice pentru avizarea unor locaţii de explorare şi exploatare.* GIFET—Moineşti.

[4] Băncilă, I. *Geologia Carpaţilor Orientali.* Ed. ştiinţifică, Bucureşti, 1958.

[5] Cristea, N. *Hidraulica subterană,* vol. II. Ed. tehnică, Bucureşti, 1958.

[6] Circoană, A. ş.a. *Studiu privind estimarea rezervelor de hidrocarburi fluide, geologice şi recuperabile, în perioada anterioară săpării de sonde, la scurtă vreme după săparea uneia sau a mai multor sonde productive şi după cunoaşterea comportării în exploatare a zăcămintelor.* 1969 Ac. P. 18.3.2; P. 18.3.3; P. 18.3.4: Arhiva ICPPG—Cîmpina.

[7] Mocuţa, Şt. T. *Punerea în valoare a zăcămintelor de ţiţei şi gaze descoperite şi îmbunătăţirea exploatării zăcămintelor vechi: zăcămîntul oligocen de la Frumoasa,* 1972, Arhiva ICPPG.

[8] Circoană, A. ş.a. *Creşterea factorului de recuperare la zăcămîntul de ţiţei din oligocenul de tranziţie de la Slănic-Băi.* 1975, Arhiva ICPPG.

[9] Giuclea, V. *Punerea în valoare a zăcămintelor de ţiţei şi gaze descoperite şi îmbunătăţirea exploatării zăcămintelor vechi; exploatarea zăcămîntului Căldăraru--Strîmbeni, Albian,* 1975, Arhiva ICPPG.

[10] Aldea, Gh. ş.a. *Creşterea factorului final de recuperare a ţiţeiului în R. S. România.* 1974, Arhiva ICPPG.

[11] Stănăringă, N., Mocuţa, St. T. *Creşterea factorului final de recuperare. Punerea în valoare şi îmbunătăţirea exploatării zăcămintelor de ţiţei şi gaze, evidenţierea de zone noi productive pe structuri cunoscute, săparea de sonde de îndesire, înlocuire şi completare de gabarit— zăcămîntul Frumoasa — oligocen.* Tema 12 N/76, Arhiva ICPPG—Cîmpina.

[12] Lackland, S. D., Hurford, G. T. *Advanced Technology Improves Recovery at Fairway,* J.P.T., martie 1973.

[13] Frick, Hand book *Oil Sistem Corelations By Marshal, and Tipical Core Analysis of Diferent Formations.* By E. H. Koepf.

[14] L. F. Elkins *Cyclic Waterflooding the Spraberry Utilizes-End Effects to Increase Oil Production Rate,* J.P.T. august, 1963.

[15] Vernescu, Al. *Mecanica zăcămintelor petrolifere,* Ed. tehnică, Bucureşti, 1966.

[16] Elkins L. F. *Progress Report on Spraberry Waterflood Reservoir Performance, Well Stimulation and Water Treating and Handling.* J.P.T. sept. 1968.

[17] Bleakley, W. B. *Cyclic Water- Injection Scheme Doubles Output of Reservoir.* J.P.T. iunie 1969.

[18] Mattax, C. C. Kyte, I. R. *Imbibition Oil Recovery From Fractured Water Drive Reservoirs.* Soc. Pet. Eng. J., iunie 1962.

[19] Graham, J. W. s.a. *Theory and Application of Imbibition Phenomena in Recovery of Oil.* Trans. A.I.M.E, 1959

[20] Barfield, E C. ş.a. *An Analysis of Large-Scale Flooding in Fractured Spraberry Trend Area Reservoir* J.P.T. April, 1959.

[21] Raza, S. H. *Water and Gas Cyclic Pulsing Method for Improved oil Recovery,* J.P.T., Dec., 1971

[22] Felsenthal, M. ş.a. *Pressure—Pulsing—An Improved Method of Waterflooding Fractured Reservoirs* Conference, Midland. Tex., mai 1967.

[23] Owens, W. W. ş.a. *Waterflood, Pressure—Pulsing for Fractured Reservoirs* J.P.T. iunie, 1966.

[24] Chilinger, G. *Secondary Recovery and Carbonate Reservoirs.* American Elsevier Publishing Company, New York, 1972.

[25] Brownscombe, E. R. ş.a. *Water-Imbibition-Displacement — A Possibility for the Spraberry* Drill and Prod. Prac., API, 1952.

[26] Felsenthal M. ş.a. *Oil Recovery From Fracture Blocks By Cyclic Injection.* J.P.T. febr., 1969.

[27] Crosby, G. E. ş.a. *Performance of an Alternate Repressuring and Producing Project.* J.P.T., sept. 1960.

[28] Dona, I. *Evaluarea experimentului de injecţie ciclică de apă, comparativ cu injecţia continuă de apă pe structura Frumoasa.* Arhiva Schelei de producţie petrolieră Zemeş, 1982.

Profesor universitar Inginer VASILE POBORAN

În ziua de 27 martie 1985 s-a stins din viaţă profesorul universitar inginer **VASILE POBORAN**, figură luminoasă a industriei miniere şi a învăţământului superior minier din ţara noastră.

Profesorul **VASILE POBORAN** s-a născut la 29 decembrie 1900 în Craiova. În oraşul natal urmează şcoala primară şi liceul, după care, din anul 1920, se înscrie la Şcoala Politehnică din Timişoara, absolvind Facultatea de Mine în anul 1924, ca şef de promoţie.

S-a angajat ca inginer la minele din Anina, important centru al industriei miniere dintre cele două războaie mondiale unde, prin muncă asiduă, a urcat toate treptele ierarhice pînă la conducerea direcţiei miniere, consacrîndu-şi peste 23 de ani din viaţă pentru dezvoltarea acestui centru, modernizarea lucrărilor de exploatare, îmbunătăţirea condiţiilor de muncă şi de viaţă a minerilor de pe aceste meleaguri.

Se leagă, la Anina, de numele inginerului **VASILE POBORAN**, construcţia de locuinţe şi dispensare, de băi şi cantine pentru minerii cărbunari şi familiile lor, ca şi construcţia şi înfiinţarea unei moderne şcoli de ucenici minieri în această localitate.

În toamna anului 1944, în cel de-al doilea război mondial, la retragerea trupelor germane din zona Anina, împiedică distrugerea instalaţiilor şi perturbarea activităţii minelor, gest de curaj şi demnitate de o deosebită semnificaţie, pentru care inginerul **VASILE POBORAN**, directorul minelor Anina, este citat printr-un de zi al Armatei române.

Din anul 1942, în paralel cu activitatea de conducător al minelor din Anina, inginerul **VASILE POBORAN** este chemat la Catedra de exploatări miniere a Facultăţii de Mine şi Metalurgie din cadrul Şcolii Politehnice din Timişoara, pe care o absolvise cu 18 ani în urmă.

Începînd din anul 1948 profesorul **VASILE POBORAN** a fost decan al Institutului de Cărbune Petroşani, ocupînd, ulterior şi succesiv, funcţiile de decan al Institutului de Minereuri Timişoara, profesor la Institutul de Mine Bucureşti, decan şi profesor la Institutul de Mine Petroşani, legîndu-şi astfel viaţa, mai bine de patru decenii, de învăţămîntul superoir minier din ţara noastră.

Om de ştiinţă recunoscut în ramura minieră, lasă în urma sa o semnificativă listă de lucrări din domeniul industriei miniere.

S-a situat printre acei profesori universitari care s-au bucurat de admiraţia plină de fervoare a studenţilor, a subalternilor şi a tuturor colaboratorilor săi, pe care i-a învăţat prin muncă alfabetul muncii, deprinzîndu-i cu înaltul simţ al datoriei şi constituind pentru toţi un strălucit exemplu de elan ştiinţific, creator, veşnic mobilizator.

În semn de apreciere a activităţii depuse pe tărîm didactic, ştiinţific şi obştesc, obţinînd rezultate deosebit de valoroase în pregătirea cadrelor de ingineri minieri, în rezolvarea multor probleme tehnice pentru întreprinderile miniere, în creşterea cadrelor tinere din institut şi organizarea ştiinţifică a tuturor activităţilor a fost decorat cu **ORDINUL MUNCII** clasa a III-a.

În evocarea figurii luminoase a profesorului **VASILE POBORAN** trebuie să omagiem :

OMUL — distins, elegant în gest şi ţinută, comunicativ, bun, blînd şi drept.

INGINERUL DE MINE — ferm, integru, harnic, modest.

PROFESORUL — de o inteligenţă deosebită, riguros, pedant şi de o anume elevaţie spirituală, cult, neobosit.

PILDA de urmat, în oricare din ipostaze, de toţi cei care i-au fost învăţăcei, studenţi sau colaboratori.

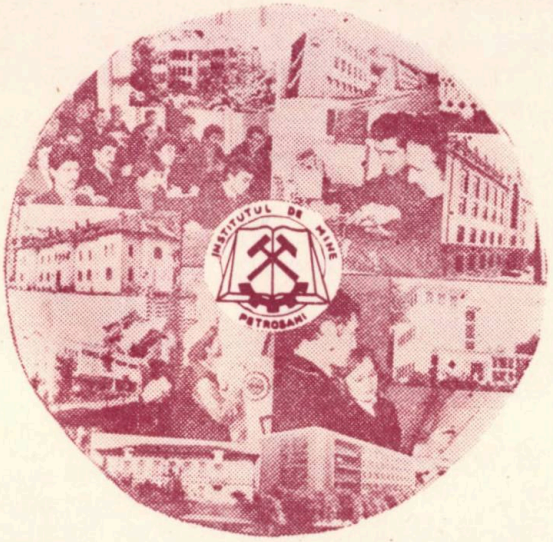
Pe profesorul **VASILE POBORAN** l-au petrecut, la sfîrşit de Mărţişor, pe ultimul său drum, în pîlpîirea lămpilor de mină, toţi cei care l-au iubit şi stimat, alăturîndu-se familiei îndurerate, studenţi, ingineri, mineri, şi copii ai minerilor din Anina, cadre didactice, colegi, cadre din minister.

Pentru cei 25 de ani închinaţi industriei miniere din România, cu mîndrie în suflet spunem şi noi : „CHIPUL PROFESORULUI **VASILE POBORAN** VA FI CA ŞI PÎNĂ ACUM O PERMANENŢĂ ÎN INIMILE NOASTRE".

COLEGIUL DE REDACŢIE

COLECTIVUL DE CADRE DIDACTICE ŞI STUDENŢI AL INSTITUTULUI DE MINE DIN PETROŞANI

* *Panglica de ultim omagiu pe coroana de flori depusă de Institutul de Mine din Petroşani*



INSTITUTUL DE MINE PETROSANI

PREGATESTE

INGINERI SI SUBINGINERI

PRIN URMATOARELE FACULTATI:

facultatea de mine

FACULTATEA	PROFILUL, TIPUL DE INVATAMINT, DURATA STUDIILOR	SPECIALIZARI:
MINE	MINE, INGINERI, ZI 5 ani	- MINE * - EXPLOATARI MINIERE LA ZI
	MINE, INGINERI, SERAL 6 ani	- MINE * - EXPLOATARI MINIERE LA ZI
	MINE, SUBINGINERI SERAL - 4 ani	- MINE - EXPLOATARI MINIERE LA ZI - TOPOGRAFIE MINIERA

* Din anul III se poate opta pentru grupele de aprofundare :
- EXPLOATARI MINIERE
- TOPOGRAFIE MINIERA
- PREPARAREA SUBSTANTELOR MINERALE UTILE

facultatea de maşini şi instalaţii miniere

FACULTATEA	PROFILUL, TIPUL DE INVATAMINT, DURATA STUDIILOR	SPECIALIZARI:
MASINI SI INSTALATII MINIERE	MECANIC, INGINERI, ZI 5 ani	MASINI SI INSTALATII MINIERE
	MECANIC, INGINERI SERAL- 6 ani	MASINI SI INSTALATII MINIERE
	ELECTRIC, SUBINGINERI SERAL - 4 ani	ELECTROMECANICA TEHNOLOGICA (MINIERA)

CONDITIILE PRIVIND ADMITEREA IN CADRUL INSTITUTULUI SINT CELE ANUNTATE IN REVISTA "FORUM" NR. 2 SI 3 DIN 1985

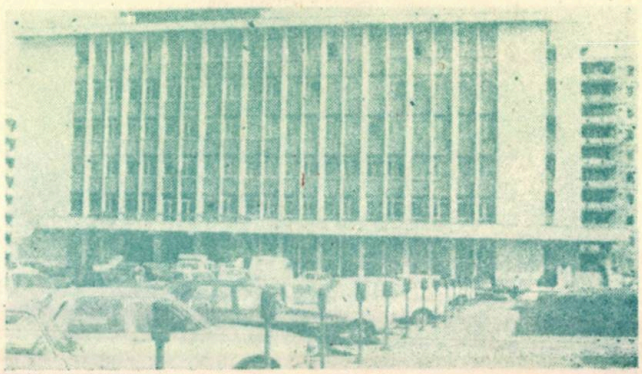
MINISTERUL MINELOR ● CENTRALA MINEREURILOR-DEVA

1985 JUN 25

INSTITUTUL DE CERCETARI SI INGINERIE TEHNOLOGICA SI DE PROIECTARE A LUCRARILOR DE CONSTRUCTII SI INSTALATII PENTRU MINEREURI DEVA

ORDINUL MUNCII CLASA A IIA

ICITPLCIM Deva, 2700, str. 23 August nr. 37 A
telefon 956 - 20820, 20729, 12309



EXECUTA PROIECTE SI DOCUMENTATII PENTRU:

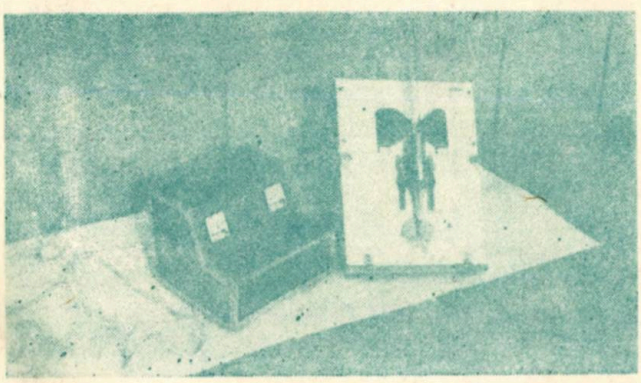
• tehnologii de exploatare a minereurilor metalifere • amplasarea obiectivelor miniere şi stabilitatea depozitelor de steril prin studii şi lucrări geotehnice pe care le execută cu mijloace proprii • cercetări, planuri şi hărţi topografice pentru obiective miniere noi sau existente • realizarea obiectivelor miniere noi de orice capacitate în ansambluri integrate: cariere, mine subterane, uzine de preparare, ateliere, depozite, căi de comunicaţii etc. • modernizarea şi optimizarea fluxurilor tehnologice de extracţie şi preparare • sistematizarea şi modernizarea incintelor miniere • instalaţii de transport cu benzi şi funiculare • elaborarea tehnologiilor şi proiectarea obiectivelor miniere pentru parteneri străini • studii tehnico-economice, expertize etc. • studii şi sinteze bibliografice, traduceri, multiplicări, albume, machete, filmări.

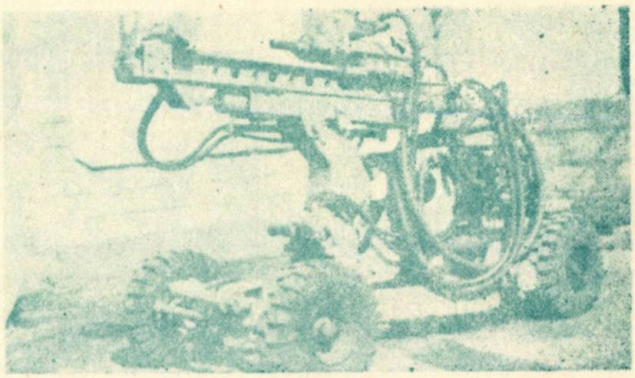
INSTITUTUL DISPUNE DE LABORATOARE, STATII PILOT SI BAZA EXPERIMENTALA SEMIINDUSTRIALA PENTRU:

• analize chimice, polarografice, flam-fotometrice, raţionale, spectrofotometrice prin absorbţie atomică şi spectrografice cu laser • analize fizice speciale derivatografice, difractometrice, magnetice etc. • studii şi analize mineralogice • cercetări tehnologice pentru prepararea minereurilor feroase, neferoase şi auro-argentifere la scară laborator, pilot şi semiindustrială • stabilirea gradului de prăfuire şi combaterea prafului, microclimat • medicina muncii în unităţi miniere şi de preparare • epurarea apelor de mină şi reziduale de la uzine de preparare a minereurilor • modele şi prototipuri de aparate şi utilaje din domeniul extracţiei şi preparării substanţelor minerale utile • prelucrarea hidrometalurgică a concentratelor cu conţinut de metale rare şi disperse.

ASIMILAREA DE UTILAJE NOI SI MODERNIZAREA ECHIPAMENTELOR PENTRU EXTRACTIA SI PREPARAREA MINEREURILOR; PROIECTE, DOCUMENTATII SI PROTOTIPURI PENTRU:

• instalaţii pentru perforare în cariere şi subteran • instalaţii complexe pentru perforare, încărcare şi transport • instalaţii pentru betonarea mecanizată a lucrărilor miniere • instalaţii pentru semnalizare şi interblocare la maşini de extracţie • instalaţii pentru prelevat probe de material granulat sau fin de pe benzi sau din cupe de funicular • sesizoare şi extractoare de corpuri metalice • analizoare magnetice • dulapuri de automatizare pentru dozatoare gravimetrice de bandă • utilaje pentru prepararea minereurilor, maşini de flotaţie, agitatoare-condiţionatoare, îngroşătoare, electrolizoare etc.



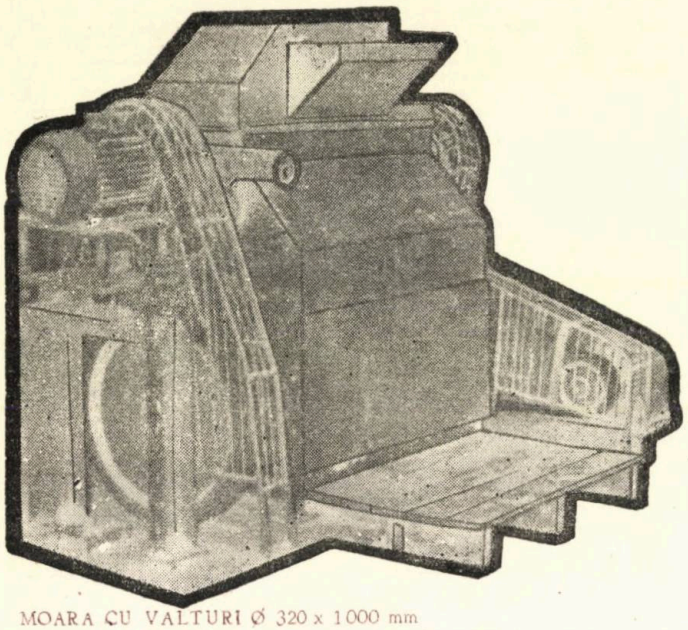


E 1445

MINE PETROL GAZE

BUCUREŞTI — ROMÂNIA • Vol. 36, iunie 1985

6



MOARA CU VALTURI Ø 320 x 1000 mm

- Dimensiunile valţurilor de măcinare, Ø 320 x 1000 mm
- Domeniul de reglare al deschiderii, 0 - 10 mm
- Granulaţia de alimentare, max. 10 mm
- Raport sfărîmare, 4:1
- Productivitate nominală (pt. 0,1 mm deschidere), 8 t/h
- Puterea motoarelor, 2x11,5 kW
- Pretensionarea medie a arcurilor valţurilor, 2x550 daN.
- Turaţia nominală
  - valţ fix, 620 rot/min
  - valţ oscilant, 240 rot/ min
  - valţ alimentare, 223 rot/min
- Dimensiuni gabarit, 2610 x 1435 x 1175 mm
- Masa netă, 2570 kg
- Omologare la ICPMSN Cluj-Napoca, simbol 31.7-0

Conceptia şi realizarea prototipului aparţin SALINEI SLANIC

MINISTERUL MINELOR
CENTRALA SARII SI NEMETALIFERELOR
SALINA SLANIC

Str. Cuza Vodă nr. 22
Jud. PRAHOVA
cod Sirues 0775370
tel. 972 / 40994, 40995

INTREPRINDEREA SALINA SLANIC produce şi oferă beneficiarilor interni şi externi:

SARE BULGARI: 0-50 şi 1-30 kg.

SARE PENTRU ZOOTEHNIE, cu 97% NaCl, de culoare alb-cenuşie, sub formă de brichete paralelipipedice de 250x150x80 mm, cu greutate de 5±5% kg şi umiditate de 1%.

SARE IN VRAC (industrială), cu granulaţie: 0-2; 0-4; 0-10; 0-16 şi 2-15 mm.

SARE AMBALATA în saci (de hîrtie şi polietilenă) de cîte 50 kg:

- sare măruntă 0-2 mm (97,5% NaCl);
- sare măruntă iodată 0-2 mm (97,5% NaCl);
- sare uruială 2-4 mm (98% NaCl);
- sare fină 0-1 mm (99% NaCl);
- sare extrafină 0-0,8 mm (99,2% NaCl);
- sare specială pentru industria alimentară de 1-2 şi 2-5 mm (99,2% NaCl).

SARE AMBALATA în pungi de polietilenă şi cutii de carton, de cîte 1 kg:

- sare fină 0-1 mm (99% NaCl);
- sare extrafină 0-1, 0,1 - 0,8 mm (NaCl).

MINE, PETROL ŞI GAZE

ANUL XXXVI

Nr. 6 1985

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR ŞI MINISTERULUI PETROLULUI

CUPRINS

Fotă, D., Medveş, E.R., Nicolescu, C., Petrescu, Al. **Estimarea regimului de presiuni şi convergenţe din lucrările miniere orizontale ale principalelor bazine miniere din ţară** 262

Dîrdală, C. **Unele probleme legate de utilizarea raţională a profilelor laminate pentru susţinerea galeriilor** 267

Băltăreţu Florica, Matei, I. **Soluţii tehnice privind creşterea eficienţei aerajului general al minelor din bazinul carbonifer Valea Jiului** 272

Kalmár, I. **Aspecte privind dezechiparea lucrărilor miniere de cercetare geologică** 281

Mihali Marina, Cristian Genuţa, Florea M. **Drenarea apei din iazurile de decantare prin filtrare capilară orizontală** 286

Simuţ, O.D., Pintea, H. **Energia geotermă din judeţul Timiş** 288

Pârcălăbescu, I. D., Nistor, I. **Consideraţii petrologice în legătură cu formarea pegmatitelor din batolitul Leu-Balş-Mogoşeşti** 290

Truică, V. **Cercetări asupra fenomenelor specifice care apar la ascensiunea amestecului bifazic în coloana ţevilor de extracţie la exploatarea sondelor prin erupţie naturală** 298

Gheorghiţoiu, M. **Posibilităţi de stabilizare a argilelor din stratul productiv cu un produs organic anionic** 303

Pavel, A. **Terminologie şi concepte fundamentale inerente privind ingineria mecanică în tehnologia modernă** 306

Informaţii

COLEGIUL DE REDACŢIE

ing. **VASILE SCRIPĂŢ**, *preşedinte* ; dr. ing. **GHEORGHE ALDEA** ; ing. **ŞTEFAN BENEA** ; dr. geol. **IOSIF BERCIA** ; ing. **TEODOR BORU** ; dr. ing. **GHEORGHE DONŢOV DANU** ; dr. ing. **IANCU GEANGĂLĂ** ; dr. ing. **FLOREA NEAGU** ; ing. **NICOLAE PANTILIE** ; **ELENA VRĂNCEANU**, *redactor.*

REZUMATE

C.Z. 622.834 :622.33

F o t ă , D. ş. a. *Estimarea regimului de presiuni şi convergenţe din lucrările miniere orizontale ale principalelor bazine carbonifere din ţară*

Se prezintă nomograme pentru calculul stării de presiuni şi convergenţe care iau naştere pe conturul unei lucrări miniere orizontale ale minelor de cărbuni din ţară, bazate pe un model matematic complet ce ţine seama de proprietăţile fizico-mecanice ale rocilor, adîncimea de amplasare a lucrării, proprietăţile reologice ale rocilor, parametrii geometrici ai lucrării miniere şi condiţiile geo-miniere de amplasare a lucrării. Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36 nr. 6, 1985

C.Z. 622.281.5

D î r d a l ă , C. *Unele probleme legate de utilizarea raţională a profilelor laminate pentru susţinerea galeriilor*

Pentru evitarea distrugerii profilelor metalice tip SG în zonele de îmbinare ale cadrelor de susţinere din galerii şi pentru asigurarea unor culisări controlate a elementelor de susţinere, se propune utilizarea unor plăcuţe compensatoare, precum şi înlocuirea actualelor coliere (cu bridă rotundă şi eclisă plată) cu un nou tip de colier cu ambele semicoliere plate.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 6, 1985

C.Z. 622.413.4 : 622.33

B ă l t ă r e ţ u F l o r i c a , M a t e i , I. *Soluţii tehnice privind creşterea eficienţei aerajului general la minele din bazinul carbonifer Valea Jiului*

Se prezintă rezultatele cercetărilor cu privire la factorii care determină instabilitate în sistemele de aeraj ale minelor din bazinul carbonifer Valea Jiului şi se indică soluţii tehnice necesare pentru creşterea eficienţei aerajului general al minelor. Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 6, 1985

C.Z. 553.8 : 65.011.55

K a l m á r , I. *Aspecte privind dezechiparea lucrărilor miniere de cercetare geologică*

Autorul trece în revistă lucrările care, după atingerea scopului geologic, devin disponibile pentru dezechipare, precum şi materialele care rezultă din dezechipare, în scopul recuperării lor în condiţii economice. Se prezintă organizarea unei formaţiuni de lucru şi succesiunea de operaţii efectuate de către aceasta.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 6, 1985

C.Z. 622.793 : 622.794.2

M i h a l i M a r i n a , C r i s t i a n G e n u ţ a , F l o r e a , M. *Drenarea apei din iazurile de decantare prin filtrare capilară orizontală*

Se prezintă rezultatele unei cercetări efectuate pe nisipuri recoltate din iazul de decantare Tărnicioara — Exploatarea de preparare Tarniţa. S-a pus în evidenţă procesul de filtrare capilară orizontală şi s-a determinat, experimental, viteza reală de filtrare capilară, pe baza căreia s-au estimat debitele de apă drenată, din iazurile de decantare, prin filtrare capilară orizontală.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 6, 1985

C.Z. 553.78 : 620.9

S i m u ţ , O. D., P i n t e a , H. *Energia geotermă din Judeţul Timiş*

Bazaţi pe o bogată literatură de specialitate şi pe observaţiile din teren, autorii prezintă principalele componente ale potenţialului geotermic din judeţul Timiş — zăcămintele de apă caldă (numite de energie joasă) şi rocile calde şi uscate.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 6, 1985

C.Z. 553.78 : 551.221

P â r c ă l ă b e s c u , I. D., N i s t o r , I. *Consideraţii petrologice în legătură cu formarea pegmatitelor din batolitul Leu-Balş-Mogoşeşti*

Folosind datele investigării roentgenostructurale şi chimico-spectrale de emisie şi modelele elaborate de alţi cercetători privind condiţiile de cristalizare a unor minerale, se explică de ce au apărut diferenţierile chimico-mineralogice din zona nordică şi cea sudică a batolitului cercetat. Se scoate în evidenţă că acest batolit, prin alcătuirea sa chimico-mineralogică, este un puternic generator de energie geotermă. Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 6, 1985

C.Z. 622.276 : 622.323

T r u i c ă , V. *Cercetări asupra fenomenelor specifice care apar la ascensiunea amestecului bifazic în coloana ţevilor de extracţie la exploatarea sondelor prin erupţie naturală*

Lucrarea se referă la stabilirea şi aplicarea unei tehnologii de exploatare a sondelor de ţiţei prin erupţie artificială, tehnologie determinată de condiţiile specifice ultimei faze a perioadei de erupţie naturală, studiind două zăcăminte de ţiţei situate pe structuri diferite prin cercetarea a zece sonde, ceea ce a condus la concluzia completării presiunii în coloana de exploatare încă din perioada de erupţie naturală. Mine, Petrol şi Gaze vol. 36, nr. 6, 1985

C.Z. 622.361.1 : 338.062

G h e o r g h i ţ o i u , M. *Posibilităţi de stabilizare a argilelor din stratul productiv cu un produs organic anionic*

Autorul prezintă un stabilizant organic anionic al argilelor care se dizolvă în apă, precum şi aparatura, încercările şi rezultatele obţinute în condiţii de laborator. Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 6, 1985

C.Z. 621.01 : 67

P a v e l , A. *Terminologie şi concepte fundamentale inerente privind ingineria mecanică în tehnologia modernă*

Se definesc conceptele terminologice fundamentale inerente, stabilindu-se interconexiunea acestora. Într-o subordonare, firească se redau noţiunile fundamentale, mai vechi sau mai noi, privind ingineria mecanică în tehnologie şi se prezintă organigramele corespunzătoare. Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 6, 1985

CONTENTS

C.Z. 622.834 : 622.33

Fotă, D. et al. *Estimate of the pressure and convergence regime in the horizontal mining workings of the main coal basins of our country*

The authors present nomograms for the calculation of the pressures and convergences occurring on the contour of horizontal mining workings in the coal mines of our country, based upon a complete mathematical model which takes into account the physical-mechanical properties of the rocks, the location depth of the working, the rheological characteristics of the rocks, the geometrical parameters of the mining working and the geological and mining conditions.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 36, nr. 6, 1985

C.Z. 622.281.5

Dîrdală, C. *Some problems connected with the efficient utilization of the rolled steel profiles for roadway supports*

In order to avoid the destruction of the SG type steel profiles in their connection areas of the roadway support frames and in order to ensure controlled sliding of the supporting elements,the author suggests the utilization of compensating plates and the replacement of the presently used joints (with round clip and flat strap) by a new type with butt straps (two flat halfstraps).

Mine, Petrol și Gaze, vol. 36, nr. 6, 1985

C.Z. 622.413.4 : 622.33

Bălțăreț u Florica, Matei, I. *Technical solutions regarding the improvement of the overall ventilation efficiency in the mines of the Jiul Valley coal basin*

The authors present the results of the research work carried out with reference to factors which determine the lack of stability in the ventilation systems of the mines from the Jiul Valley coal basin. Technical solutions are also given in order to improve the efficiency of the mines overall ventilation.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 36, nr. 6, 1985

C.Z. 553.8.65 : 011.44

Kalmár, I. *Aspects regarding the dismantling of the mining workings for geological investigations*

The author reviews the workings, which, after the fulfillment of their geological purpose become available for dismantling and the materials resulting from this operation, with the purpose of their recovery in conditions of economical efficiency. The organization of a working team and the sequence of operations carried out by them is presented. Dismantling is economically justified when their cost is less or equal to the value of the recovered materials.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 36, nr. 6, 1985

C.Z. 622.793 : 622.794.2

Mihali Marina, Cristian Genuța, Florea M. *Dewatering of tailings ponds by horizontal capillary filtration*

The paper reviews the results of the investigations made on sands collected from the tailings pond Tărnicioara, at the Preparation Plant Tarnița. The process of horizontal capillary filtration was evidenced and the actual capillary filtration speed was experimentally determined. On this basis the water rates drained through horizontal capillary filtration were estimated.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 36, nr. 6, 1985

C.Z. 553.78 : 620.9

Simuț, O. D., Pintea, H. *Geothermal energy in the Timiș county*

Based upon a rich literature related to the subject and field observations the paper presents the main components of the geothermal potential in the Timiș county : warm water deposits (called „of low energy") and warm dry rocks. By co-relating the flow rate with the temperature, the energy equivalent of the geothermal waters caught in 20 areals is calculated.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 36, nr. 6, 1985

C.Z. 553.78 : 551.221

Pârcălăbescu, I. D., Nistor, I. *Petrological considerations regarding the formation of pegmatites in the Leu — Balș — Moșgoești batholith*

By using the data supplied by the roentgeno-structural and chemico-spectral emission investigation, as well as the models worked out by other researchers regarding the crystallization conditions of certain minerals, the chemical and mineralogical differences between the northern and the southern area of the studied batholith are explained. It is out — lined that due to its chemical and mineralogical structure the batholith is a strong geothermal energy generator.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 36, nr. 6, 1985

C.Z. 622.276 : 622.323

Truică, V. *Investigations regarding the specific phenomena occuring during the ascent of the bi-phase mixture in the tubing column of natural flow wells*

The paper refers to the development and the application of a gas lift well operation, which is called for by the conditions specific for the last phase of the natural flow. In this respect two oil deposits located on two different structures are studied, by investigating 10 wells. The conclusion is reached that the pressure in the tubing column should be supplemented already in the natural flow phase.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 36, nr. 6, 1985

C.Z. 622.361.1 : 338.062

Gheorghițoiu, M. *Clay stabilization possibilities in the productive bed with the help of an anionic organic product*

The author presents an anionic, organic, water-soluble stabilizer for clays, the instruments, the tests and the results obtained in the laboratory stage.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 36, nr. 6, 1985

C.Z. 621.01 : 67

Pavel, A. *Terminology and inherent fundamental concepts regarding the mechanical engineering in the modern technology*

The inherent fundamental terminologycal concepts are defined and their interconnection is determined. The fundamental, older or more recent concepts, regarding the mechanical engineering in technology are presented in their natural subordination, as well as the corresponding structural diagram.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 36, nr. 6, 1985

СОДЕРЖАНИЕ

C.Z. 622. 834.622.33

Фотэ, Д. и др. *Оценка режима давлений и сходимостей в горизонтальных выработках в главных угольных бассейнах нашей страны*

Представлены номограммы для расчёта состояния давлений и сходимостей, появляющих по контуре горизонтальной выработки угольных шахт нашей страны, базирующие на полную математическую модель, учитывающую физико-механические характеристики пород, глубину проведения выработки, реологические свойства пород, геометрические параметры выработки и горно-геологические условия проведения выработки.

Ключевые слова: горизонтальные выработки, угольные бассейны, номограмма, математическая модель, реологические свойства.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 6, 1985

C.Z. 622.281.5

Дырдалэ, К. *Некоторые вопросы рационального использования литых профидей для крепления выработок*

Для избежания нарушения металлических профилей типа SG при стыковке рамок в выработках и обеспечения контролируемого скольжения крепежных элементов предлагается использование компенсирующих пластинок, а также замена действующих (с круглым хомутом и тарельчатой накладкой) новым типом стяжки с обоими полустяжками тарельчатыми.

Ключевые слова: рациональное использование, металлические профили, стяжки.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 6, 1985

C.Z. 622.413.4: 622.33

Бэлтэрецу Флорика, Матей, И. *Технические решения для повышения эффективности общей вентиляции на шахтах угольного бассейна Валя Жиулуй*

Показаны результаты исследования факторов обусловливающих неустойчивость в вентиляционых системах на шахтах угольного бассейна Валя Жиулуй и указаны технические решения, обеспечивающие повышение эффективности общей вентиляции на шахтах.

Ключевые слова: эффективность, общая вентиляция, технические решения, угольный бассейн.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 6, 1985

C.Z. 553.88: 65.011.44

Калмар, И. *Проблемы ликвидации выработок для геологического наблюдения*

Автор показывает выработки, которые, после достижения приследуемой цели, могут быть ликвидированы, а также результирующие материалы в целях их повторного использования в экономических условиях. Предьявлена организация рабочей формации и последовательность осуществления ей операций. Ликвидация считается экономическо обоснованной, когда стоимость работ ликвидации меньше или равной стоимости восстановленных материалов.

Ключевые слова: ликвидация выработок, результирующие материалы.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 6, 1985

C,Z. 622.793.622.794.2

Михали, М., Кристиан Дженуца, Флоря, М. *Дренаж воды из отстойников с помощью капилярной горизонтальной фильтрации*

Показаны результаты исследований на песках, отбранных из отстойника Тэрничоара, Обогатительного предприятия Тарница. Выявлен процесс капилярной горизонтальной фильтрации и экспериментально определялась действительная скорость капилярной фильтрации, на основе которой оценивалась производительность дренажной воды из отстойника с помощью горизонтальной капилярной фильтрации.

Ключевые слова: дренажная вода, капилярная фильтрация, отстойник, результаты.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 6, 1985

C.Z. 553.78: 620.9

Симуц, О. Д., Пинтя, Х. *Геотермическая энергия области Тимиш*

Ссылаясь на обширную литературу и полевые наблюдения, в работе представлены основные составляющие геотермального потенциала области Тимиш — месторождения геотермальных вод (низкой энергии) и тёплые и сухие породы. На основе данных о температуре подсчитан, для 20 случаев, энергетический эквивалент используемых геотермальных вод.

Ключечые слова: область Тимиш, гидротермальный потенциал, энергетический эквивалент

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 6, 1985

C.Z. 553.78: 551.221

Пыркэлэбеску, И. Д., Нистор, И. *Петрологические соображения в связи с образованием пегматитов батолита Леу — Балш — Могошешть*

Используя данные рентгеноструктурных и химико-спектральных эмиссионных наблюдений и созданные-другими исследователями модели условий кристали заций некоторых минеdалов, объясняет как появи лись химико-минералогические разницы в северной и южной зонах исследуемого батолита. Выявлено, что етот батолит, своим химикоминералогическим строением, является мощным генератором геотермической энергии.

Ключевые слова: петрологические соображения, батолит Леу-Балш-Могошешть.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 6, 1985

C.Z. 622.276: 622.323

Труйкэ, В. *Исследования специфических явлений, появляющих при поднятии двухфазной смеси в колонну нагнетательных труб при эксплуатации скважин натуральным извержением*

Работа ссылается на установление и применение технологии эксплуатации скважин искусственным извержением, обусловленной специфическими условиями последней фазы периода натурального извержения, изучая два нефтяных месторождения находящихся на разных структурах, и исследованием десяти скважин, что привело к выводу дополнения давления в эксплуатируемой колонне, ещё в периоде натурального извержения.

Ключевые слова: двухфазная смесь, нагнетательные трубы, извержение

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 6, 1985

CZ.. 622.361.1: 338.062

Георгицою, М. *Возможности стабилизации глин продуктивного пласта органическим анионным продуктом*

Автор описывает органический анионный продукт, стабилизирующий растворимые в водах глины, а также аппаратуру, испытания и результаты, полученные в лабораторных условиях.

Ключевыеслова: стабилизация глин, продуктивный пласт, стабилизирующий продукт, аппаратура, результаты.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 6, 1985

C.Z. 621.01: 67

Павел, А. *Терминология и основные необходимые концепты для современной инженерно-механической технологии*

Обозначаются основные терминологические концепты, устанавливая их взаимосвязи. В естественном подчинении показаны основные значения, новые или старые, инженерно-механической технологии и соответствующие органиграмы.

Ключевые слова: основные концепты, инженерномеханическая технология, значения, органиграма.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 6, 1985

SOMMAIRE

C.Z. 622.834 : 622.33

Fotă, D. et al. *L'évaluation du regime des préssions et des convergences dans les travaux miniérs horizontaux des principaux bassins carbonifères de Roumanie*

On presente des nomogrames pour le calcul de l'état des pressions et des convergences qui se produisent sur le contour d'un travail minier horizontal dans les mines de charbon du pays, fondées sur un modèle mathématique complet qui tient compte des caractéristiques physiques-méchaniques des roches, de la profondeur d'emplacement du travail, des propriétés rhéologiques des roches, des paramètres géométriques du travail minier, ainsi que des conditions géo-minières d'emplacement du travail.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 6, 1985

C.Z. 622.28 1.5

Dîrdală, C. *Quelques problèmes liés à l'utilisation raisonnable des profils laminés pour le soutènement des galéries*

Afin d'éviter la destruction des profils métalliques de type SG dans les zones d'assemblage des cadres de soutènement, on propose l'utilisation des plateaux compensatoires, ainsi que le remplacement des colliers actuels (à bride ronde et à éclisse plate) par un nouveau type de collier dont tous les deux semi-colliers sont plats

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 6, 1985

C.Z. 622.413.4 : 622.33

Bălţăreţu, Florica, Matei, I. *Sollutions techniques concernant l'augmentation de l'éfficience de la ventillation centrale aux mines du bassin carbonifère Valea Jiului*

On présente les resultats des recherches concernant les facteurs qui mènent à l'instabilité des systèmes de ventilation dans les mines du bassin carbonifère Valea Jiului et on indique des sollutions techniques, necessaires pour l'augmentation de l'efficience de la ventilation générale des mines.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 6, 1985

C.Z. 622.793 : 622.794.2

Mihali Marina, Cristian Genuţa, Florea, M. *Le drainage de l'eau des lacs de pulpe par la filtration capillaire horizontale*

On présente les résultats d'une recherche effectuée sur de sable récolté du lac de pulpe Tărnicioara — l'Exploitation de concentration Tarniţa. On met en évidence le processus de filtration capillaire horizontale et on détérmine, experimentallement, la vitesse réelle de filtration capillaire à l'aide de laquelle on évalue les débits d'eau drainée des lacs de pulpe par la filtration capillaire horizontale.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 6, 1985

C.Z. 553.8 :65.011.44

Kalmár, I. *Des aspects concernant le déséquipement des travaux miniers de recherche géologique*

L'auteur passe en revue les travaux qui, après avoir atteint le but géologique, deviennent disponibles pour le déséquipement, ainsi que les matériaux qui en résultent, en vue de leur récuperation dans des conditions économiques. On présente l'organisation d'une formation de travail et la succession des opérations effectuées par celle-ci. Le déséquipement est considéré comme justifié du point de vue économique si le coût des travaux de déséquipement est inférieur ou égale avec la valeur des matériaux récupérés.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 6, 1985

C.Z. 553.78 : 620.9

Simuţ, O. D., Pintea, M. *L'énergie géothérmale du département Timiş*

Basés sur une riche littérature de spécialité et sur les observations effectuées sur terrain, dans l'article ont présente les principaux composants du potential géothérmale du département Timiş, formé par desgisements d'eau chaude (denommés de haute énergie) et les roches chaudes et sèches. En corrélant le débit avec la température on a calculé pour 20 périmètres l'équivalent énergetique des eaux géothérmales captées

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 6, 198 5

C.Z. 553.78 : 551.221

Pârcălăbescu, I. D., Nistor, I. *Considérations pétrologiques regardant la formation des pegmatites du batholite Leu-Balş-Mogoşes*

En utilisant les dates de l'investigation roentgeno-structurale et chimique-spéctrale, d'émission et les modèles élaborés par d'autres hommes de science concernant les conditions de cristallisation de certains minéraux, on explique la cause de l'apparition des différences chimiques — minéralogiques de la zone du nord et de sud du batholite analysé. On souligne le fait que ce batholite, par sa structure chimique-minéralogique, est un puissant générateur d'énergie géothérmique

Mine, Petrol şi Gaze vol. 36, nr. 6, 1985

C.Z. 622.276 : 622.323

Truică, V. *Recherches sur les phénomènes spécifiques qui apparaissent pendant l'ascension du mélange biphasique dans la colonne des tubes de production à l'exploitation des puits par éruption naturelle*

L'ouvrage se rapporte à l'établissement et à l'application d'une nouvelle technologie d'exploitation des puits de pétrole par éruption artificielle, technologie détérminée par les conditions caractéristiques de la dernière étape de la période d'éruption naturelle, en étudiant deux gisements de pétrole situés sur des structures différentes par l'examination de dix puits de pétrole, ce qui a mené à la conclusion de compléter la pression dans la colonne de production déjà pendant la période d'éruption naturelle.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 6, 1985

C.Z. 682.361.1 : 338.062

Gheorghiţoiu, M. *Possibilités de stabilisation des argiles de la couche productive à l'aide d'un produit organique anionique*

L'auteur présente un stabilisant organique anionique des argiles qui se dissout dans l'eau, ainsi que l'appareillage, les essais et les resultats obtenus dans des conditions de laboratoire.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 6, 1985

C.Z. 621.01 : 67

Pavel, A. *Terminologie et concepts fondamentaux inhérents concernant l'inginérie méchanique dans la technologie moderne*

On définit les concepts terminologiques fondamentaux inhérents en établissant leur interconnexion. On présente, dans une subordination naturelle, les notions fondamentales, plus anciennes ou plus nouvelles, concernant l'inginérie méchanique dans la technologie et on présente les organigrames correspondantes

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 6, 1985

INHALT

C.Z. 622.834 :622.33

Fotă, D. et al. *Einschätzung des Druckregimes und der Konvergenz in den bankrechten Grubenbauen der Hauptkohlenreviere unseres Landes*

Vorgestellt werden Nomogramme für die Berechnung des Druck- und Konvergenzstandes, welche auf dem Querschnitt der bankrechten Grubenbaue der Kohlengruben in unserem Land auftreten, auf der Grundlage eines kompletten mathematischen Modells, welches die physikalischen — mechanischen Eigenschaften der Gesteine, die Anordnungstiefe des Grubenbaus, die rheologischen Eigenschaften der Gesteine, die geometrischen Parameter und die geologischen-bergmännischen Verhältnisse der Anordnung der Grubenbaue mitberücksichtigt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 6, 1985

C.Z. 622.281.5

Dîrdală, C. *Einige Probleme der rationellen Verwendung der Walzprofile für den Streckenausbau*

Zwecks der Vermeidung der Zerstörung der Stahlprofile Typ SG in den Verbindungsbereichen der Streckenausbaurahmen und der Gewährleistung von kontrollierten Schleifen der Ausbauelemente, wird es vorgeschlagen einige kompensierenden Platten zu verwenden und die gegenwärtig benutzten Bügelverbindungen (mit runder Schelle und flacher Lasche) durch eine aus zwei flachen Halblaschen bestehende Verbindung zu ersetzen.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 6, 1985

C.Z. 622.418.4 : 622.33

Bălţăreţu Florica, Matei, I. *Technische Lösungen betreffend die Erhöhung des Wirkungsgrades der allgemeinen Bewetterung in den Gruben des Jiul Tal Kohlenreviers*

Vorgestellt werden die Ergebnisse der Untersuchungen der Faktoren welche die Unstabilität der Bewetterungssysteme der Gruben in dem Jiul Tal Kohlenrevier bestimmen und die technischen Lösungen für die Erhöhung des Wirkungsgrades der allgemeinen Bewetterung der Gruben werden angegeben.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 6, 1985

C.Z. 553.8 : 65 : 011.44

Kalmár, I. *Aspekte der Entrüstung der zur geologischen Erkundung bestimmten Grubenbaue*

Der Verfasser stellt die Grubenbaue welche, nach der Erreichung des geologischen Zwecks, der Entrüstung, zur Verfügung stehen, sowie die aus Entrüstung resultierenden Materialien, zwecks deren wirtschaftlichen Rückgewinnung, vor. Die Organisierung einer Arbeitsmannschaft und die von ihr durchzuführenden Vorgangsreihenfolge werden auch beschrieben. Die Entrüstung wird als wirtschaftlich begründet betrachtet, wenn die Kosten der Entrüstungsarbeiten kleiner oder gleich zu dem Wert der rückgewonnenen Materialien sind.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 6, 1985

C.Z. 622.793 : 622.794.2

Mihali Marina, Cristian Genuţa, Florea, M. *Die Entwässerung von Schlämmteichen durch horizontale Kapillarfiltrierung*

Vorgestellt werden die Ergebnisse der Forschungen welche auf von dem Schlämmteich Târnicioara — Aufbereitungsbetrieb Tarniţa — gesammelten Sanden durchgeführt wurden. Ausgezeichnet wurde das Prozess von horizontaler Kapillarfiltrierung und die tatsächliche Kapillarfiltrierungsgeschwindigkeit wurde experimentell bestimmt. Auf dieser Grundlage wurden die aus den Schlämmteichen durch horizontale Kapillarfiltrierung entwässerten Mengen eingeschätzt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 6, 1985

C.Z. 553.78 : 620.9

Simuţ, O. D., Pintea, H. *Die geothermische Energie im Kreis Timiş*

Auf einer reichen Fachliteratur und auf den Feldbeobachtungen sich basierend, stellen die Verfasser in dem Artikel die Hauptkomponenten des geothermischen Potentials im Kreis Timiş, vor : die Warmwasserlagerstätten (von „niedriger Energie" genannt) und die warme und trockene Gesteine. Auf Grund der Korrelation zwischen der Flussmenge und der Temperatur hat man für 20 Areale das energetische Äquivalent der aufgefangenen geothermischen Wässer berechnet.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 6, 1985

C.Z. 553.78 : 551.221

Pârcălăbescu, I. D. *Petrologische Betrachtungen betreffend die Pegmalitenausbildung in dem Batholit Leu-Balş-Mogoşeşti*

Unter Anwendung der Ergebnisse der röntgeno- strukturellen und der chemischen, Emissions-spektralen Untersuchungen, sowie der von anderen Spezialisten erarbeiteten Modelle betreffend die Kristallisation bestimmter Mineralien werden die chemischen und mineralogischen Unterschiede zwischen dem nordischen und dem südischen Bereich des Batholits erläutert. Es wird behauptet dass, durch seine chemische und mineralogische Struktur, der Batholit ein kräftiger Generator von geothermischer Energie darstellt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 6, 1985

C.Z. 622.276 : 622.323

Truică, V. *Untersuchung der spezifischen, bei der Aufsteigung der biphasischen Mischung in die Steigrohrkolonne auftretenden Erscheinungen in den Bohrungen mit natürlichem Ausbruch*

Der Artikel bezieht sich auf der Entwicklung und der Anwendung einer Technologie für den Gas-Lift- Betrieb der Bohrungen, welche durch die spezifischen Verhältnisse der letzten Phase des natürlichen Ausbruchs bestimmt wird. Zu diesem Zweck werden zwei, auf verschiedenen Strukturen sich befindenden Öllagerstätten, durch die Untersuchung von 10 Bohrungen studiert. Die Folgerung wird erreicht, dass der Druck in der Steigrohrkolonne noch in der Phase des natürlichen Ausbruchs ergänzt werden muss.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 6, 1985

C.Z. 622.361.1 : 338.062

Gheorghiţoiu, M. *Stabilisierungsmoglichkeiten der Töne mit einem anionischen organischen Produkt in einer wirtschaftlichen Schicht*

Der Verfasser stellt einen wasser-löslichen, anionischen, organischen Stabilisator der Töne, die Aparatur, die Versuche und die in Laborbedingungen erreichten Ergebnisse, vor.

Mine,Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 6, 1985

C.Z. 621.01 : 67

Pavel, A. *Terminologie und inherente Grundkonzepte der mechanischen Verfahrenstechnik in der modernen Technologie*

Die inherenten terminologischen Grundkonzepte werden definiert, wobei deren gegenseitigen Verbindungen bestimmt werden. In einer natürlichen Unterordnung werden die älteren und neueren Grundbegriffe der mechanischen Verfahrenstechnik in der Terminologie und die entsprechenden Strukturdiagramme vorgestellt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 6, 1985.

Estimarea regimului de presiuni şi convergenţe din lucrările miniere orizontale ale principalelor bazine miniere din ţară

Ing. D. Fotă, ing. E.R. Medveş,
ng. C. Nicolescu, mat. Al. Petrescu
I.C.I.T.P.M.L. Craiova

. Introducere

Menţinerea funcţionalităţii lucrărilor miniere orizontale de deschidere şi pregătire a constituit şi constituie una din problemele care creează dificultăţi în desfăşurarea procesului tehnologic de exploatare.

Realizarea unui grad corespunzător de siguranţă, cu menţinerea unor gabarite care să asigure funcţionalitatea lucrărilor un timp cît mai îndelungat cu cheltuieli minime de întreţinere, este o problemă care nu are o soluţie universală şi este influenţată, printre altele, de adîncimea de amplasare a lucrării miniere, de condiţiile geologo-tehnice ale formaţiunilor de roci traversate, de tipul şi portanţa susţinerilor şi, nu în ultimul rînd, de calitatea execuţiei.

În vederea determinării deplasării rocilor din jurul lucrărilor miniere şi, implicit, a manifestării presiunilor miniere, au fost elaborate o serie de modele matematice de calcul, ce se bazează pe teoriile din domeniul mecanicii solidelor şi iau în considerare medii izotrop-elastice, anizotrop-elastice, elasto-plastice, vîsco-elastice şi vîsco-plastice.

Datorită multitudinii de parametri care intervin în calcule, cît şi a variaţiei în domenii foarte largi a acestora, aceste procedee de calcul prezintă dezavantajul că sînt greoaie în utilizare şi dau rezultate aproximative.

În vederea simplificării metodologiilor de calcul şi eliminării a o serie de factori pentru obţinerea unor rezultate cît mai apropiate de realitate, se utilizează, într-o măsură din ce în ce mai mare, procedeele de calcul inginereşti, bazate pe îmbinarea calculelor analitice cu observaţiile şi măsurătorile in situ.

În cadrul acţiunii de tipizare a construcţiilor, tehnologiilor şi materialelor, prin grija unităţilor de cercetare şi proiectare minieră s-a reactualizat — în anul 1983 — albumul de profile miniere tipizate în care sînt cuprinse şi lucrările miniere orizontale de deschidere şi pregătire.

Întrucît, în cadrul acestor profile tipizate sînt cuprinse şi soluţiile tehnologice de susţinere fără a se da indicaţii privind domeniul lor de utilizare, din punctul de vedere al presiunilor miniere, în cele ce urmează, cît şi într-un articol viitor, prezentăm o metodologie de dimensionare care să completeze indicaţiile cuprinse în albumul aprobat de Ministerul Minelor cu Decizia nr. 139 din 15 februarie 1983.

Metodologia, pe lîngă geometria profilului la care se fac referiri în album, ia în considerare starea de tensiune a masivului, rezistenţa rocilor străbătute, înclinarea formaţiunilor, adîncimea de amplasare a galeriilor şi durata lor de exploatare şi determină valoarea presiunii miniere în tavanul, vatra şi pereţii galeriei, pe baza căreia se corelează portanţa susţinerilor cuprinse în monografiile de armare.

II. Modelul matematic de calcul al deplasărilor radiale şi al stării de tensiuni din jurul lucrărilor miniere orizontale

Pentru determinarea regimului de deplasări şi tensiuni din jurul lucrărilor miniere orizontale situate în afara zonelor de influenţă a altor lucrări miniere, modelul matematic pe care îl prezentăm ia în considerare atît factorii geologo-minieri şi proprietăţile de rezistenţă ale rocilor, cît şi factorul timp. Notînd cu K_p coeficientul deplasărilor radiale în timp, exprimat de raportul :

$$K_p = \frac{r_t}{r_t - c}, \tag{1}$$

unde : r_t este mărimea radială a zonei din jurul lucrării miniere unde rocile se găsesc în domeniul deformaţiilor plastice, m ;

c — deplasarea radială a rocilor spre interiorul lucrării miniere, după timpul t, m ;

rezultă :

$$c = \frac{r_t(K_p - 1)}{K_p}. \tag{2}$$

Creşterea mărimii zonei de deformaţii plastice, Δr_t, în timpul $t_i - t_{i-1}$, este exprimată de relaţia :

$$\Delta r_t = \frac{r_{t_i} - r_{t_{i-1}}}{t_i - t_{i-1}} = de^{-at}, \tag{3}$$

respectiv :

$$r_t = A(1 - e^{-at}) \tag{4}$$

în care :

A şi a sînt doi factori reologici stabiliţi experimental de V.T. Gluško, V.P. Cerednicenko şi şi B.S. Usatenko [5] şi care sînt egali cu :

$$A = 7 \cdot r \cdot \frac{\gamma H}{\sigma_c},$$

respectiv :

$$a = 1{,}12\frac{\gamma H}{\sigma_c} \cdot \qquad (5)$$

Prin înlocuirea valorilor A și a în relația (4) se obține :

$$r_t = 7 \cdot r \cdot K_\alpha \frac{\gamma H}{\sigma_c}(1 - e^{-1{,}12\frac{\gamma H}{\sigma_c} \cdot t}), \qquad (6)$$

în care :

r este raza lucrării miniere, m ;

γ — greutatea volumetrică medie ponderată a coloanei de roci de deasupra lucrării miniere, tf/m³ ;

H — adîncimea de amplasare a lucrării miniere, m ;

σ_c — rezistența la compresiune a rocilor în care se execută lucrarea minieră, tf/m² ;

K_α — coeficient ce depinde de înclinarea formațiunilor de roci în care se execută lucrarea minieră și a cărei valoare s-a stabilit experimental.

În relațiile de mai sus, $\frac{\gamma H}{\sigma_c}$ reprezintă raportul dintre presiunea litostatică și rezistența rocii.

Tot pe baza unor determinări experimentale, prelucrate statistic, s-a obținut valoarea coeficientului deplasărilor radiale, K_p, funcție de raportul $\frac{\gamma H}{\sigma_c}$ și timpul t, ce exprimă durata lucrării miniere :

$$K_p = 1{,}2 \cdot 10^{-2t}\left(\frac{\gamma H}{\sigma_c} - 0{,}1\right) + 1. \qquad (7)$$

Prin introducerea relațiilor (6) și (7) în relația (2), V.T. Glușko și colectivul au obținut formula de calcul a deplasării radiale și anume :

$$c = \frac{8{,}4 \cdot 10^{-2} \cdot r \cdot K_\alpha \cdot t \cdot \frac{\gamma H}{\sigma_c}\left(\frac{\gamma H}{\sigma_c} - 0{,}1\right)(1 - e^{-1{,}12\frac{\gamma H}{\sigma_c} \cdot t})}{1{,}2 \cdot 10^{-2} \cdot t \cdot \left(\frac{\gamma H}{\sigma_c} - 0{,}1\right) + 1} \qquad (8)$$

Presiunea minieră ce se repartizează pe un metru de lucrare minieră se determină cu relația stabilită de Iu.Z. Zaslavski, A.N. Zorin și I.L. Cerneak [9] în care se introduce valoarea mărimii zonei de deformație plastică din jurul lucrării miniere r_t.

$$P_x = \gamma \cdot r^2\left[\frac{4}{3}\left(1 + \frac{r_t}{r}\right) - \frac{\pi}{2}\right]. \qquad (9)$$

În funcție de înclinarea formațiunilor în care se execută lucrarea minieră și deci de valoarea coeficientului K_α, presiunea P_x poate exprima presiunea din tavan, P_q, din vatră, P_k, sau pereți, P_{p1} și P_{p2}.

III. Prezentarea nomogramelor și modul de utilizare a acestora pentru determinarea regimului de presiuni și convergențe din jurul lucrărilor miniere orizontale

Pentru a veni în sprijinul personalului tehnico-inginerese din cadrul unităților miniere de exploatare și din activitatea de proiectare, în cele ce urmează vom prezenta o serie de nomograme care servesc la stabilirea regimului de presiuni și convergențe în lucrările miniere orizontale.

Rezultatele măsurătorilor și experimentărilor, obținute de noi, cît și de către celelalte institute cu profil minier din țară, în condițiile bazinelor carbonifere, corelate cu modelul matematic prezentat mai sus, ne-au permis elaborarea a o serie de nomograme cu ajutorul cărora se determină, operativ și cu o precizie acceptabilă, mărimile deplasărilor și presiunilor din jurul unei lucrări miniere orizontale care nu se află în zona de influență a altor lucrări miniere.

Nomogramele pot fi utilizate și pentru lucrări ce se găsesc la un moment dat în zona de influență a altor lucrări miniere, dar — în acest caz — valorile de presiuni obținute se majorează cu valoarea presiunilor de reazem ce va fi stabilită pentru condițiile concrete de exploatare.

Comparînd datele măsurătorilor efectuate in situ, cu cele determinate cu ajutorul nomogramelor pentru diverse lucrări miniere orizontale, diferențele au variat între 5 și 25 %, în funcție de raza lucrării miniere (abateri mai mari la lucrări cu profil mai mic) ceea ce reprezintă un grad de estimare satisfăcător.

a. Primul tip de nomograme prezintă sintetizarea, sub formă cantitativă, a condițiilor geologo-miniere ale bazinelor carbonifere din țară și exprimă dependența dintre adîncimea de amplasare a lucrării miniere și proprietățile fizico-mecanice ale rocilor. În figura 1 sînt redate nomogramele pentru determinarea valorii raportului $\frac{\gamma H}{\sigma_c}$ pentru bazinele carbonifere Valea Jiului, Cîmpulung, Rovinari, Motru, Horezu, Filipești de Pădure, Șotînga, Voivozi Sărmășag, respectiv Borod — Borozel.

Întocmirea acestor nomograme pe bazine miniere s-a făcut pentru a putea cuprinde toate

particularităţile geologo-miniere ale bazinelor respective.

Nomograma se compune din două cadrane, din care primul cuprinde fasciculul de drepte cu valorile greutăţilor volumetrice γ (tf/m^3),

b. Al doilea tip de nomograme serveşte la determinarea mărimii presiunii miniere din tavan (fig. 2), pereţi şi vatră (fig. 3), în funcţie de mărimea raportului $\frac{\gamma H}{\sigma_c}$, durata t a lucrării

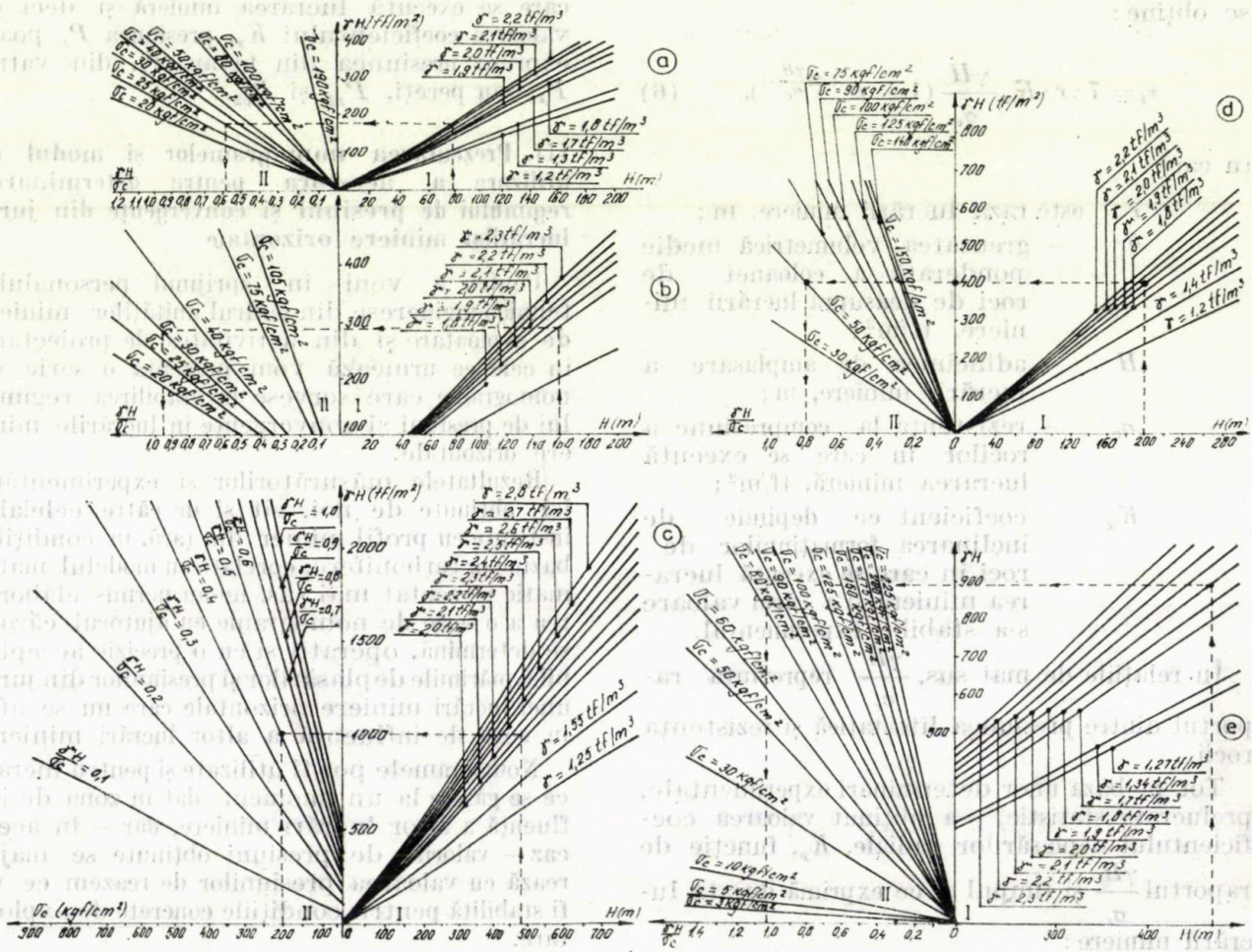


Fig. 1. Nomograme pentru determinarea raportului $\frac{\gamma H}{\sigma_c}$ în condiţiile geologo-miniere ale bazinelor carbonifere din ţară : *a* — Rovinari, Motru, Horezu, Filipeşti de Pădure şi Şotînga ; *b* — Voivozi Sărmăşag ; *c* — Valea Jiului ; *d* — Cîmpulung Muscel ; *e* — Borod-Borozel

în abscisă fiind reprezentată adîncimea de amplasare a lucrării miniere H(m). Cadranul al doilea cuprinde fasciculul de drepte ce reprezintă valorile rezistenţei la compresiune a rocilor în care este executată lucrarea minieră σ_c(kgf/cm^2).

Urmînd cheia de citire a nomogramei se determină valoarea raportului $\frac{\gamma H}{\sigma_c}$ pentru cazul dorit.

Valoarea raportului furnizează o primă indicaţie privind stabilitatea lucrării miniere. Astfel, în cazul $\frac{\gamma H}{\sigma_c} \leqslant 0{,}25$, deplasările vor fi neînsemnate, lucrarea se poate considera stabilă. În cazul $\frac{\gamma H}{\sigma_c} > 0{,}25$, lucrarea va fi instabilă şi necesită a fi susţinută.

miniere, înclinarea α a formaţiunilor de roci în care se execută lucrarea, raza r a lucrării miniere şi greutatea volumetrică medie ponderată γ a coloanei de roci de deasupra lucrării miniere.

Primul cadran cuprinde curbele ce reprezintă durata de existenţă a lucrării t (luni).

Curba cu valoarea maximă este de $t = 24$ luni, deoarece s-a observat că după această perioadă de timp lucrările practic se stabilizează şi eventualele creşteri de presiune sînt neînsemnate.

Pentru anumite situaţii se pot trasa şi curbele pentru perioade de timp mai mari. Ordonata cadranului reprezintă valorile raportului $\frac{\gamma H}{\sigma_c}$.

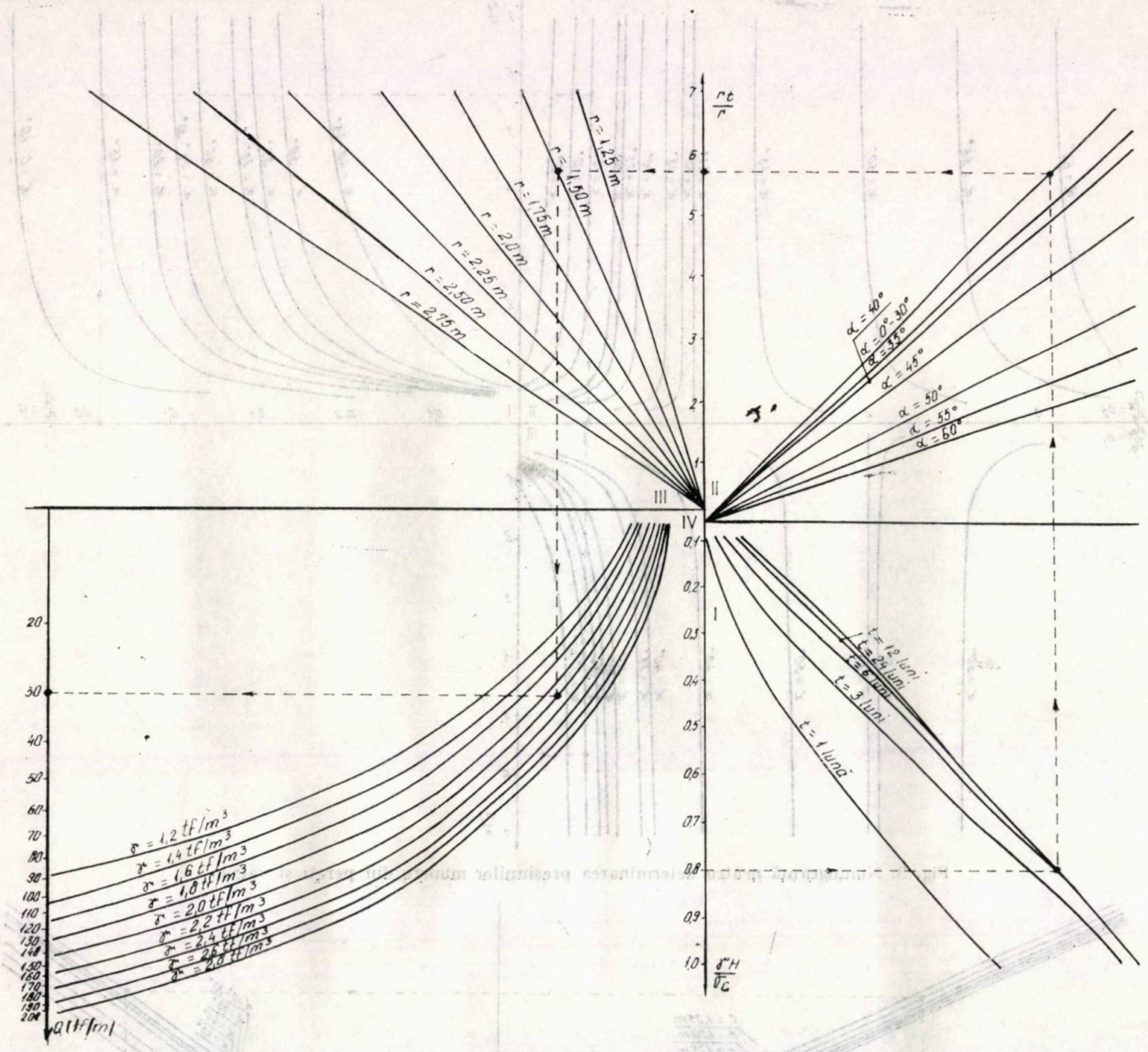


Fig. 2. Nomogramă pentru determinarea presiunii miniere din tavan

În cadranul al doilea s-a trasat fasciculul de drepte ce reprezintă unghiul de înclinare α (grade) a formațiunilor de roci în care se execută lucrarea. Pe ordonata cadranului se obține raportul r_t/r, dintre mărimea zonei intens fisurate cu deformări plastice și raza lucrării miniere.

În cadranul al treilea s-a trasat fasciculul de drepte ce reprezintă domeniul de raze al lucrărilor miniere utilizate în industria carboniferă din țară r(m), iar în cadranul al patrulea s-au trasat curbele reprezentînd valorile greutăților volumetrice γ(tf/m³) ale rocilor sedimentare din bazinele carbonifere ale țării; pe ordonată se găsesc valorile presiunii miniere din tavan P_q(tf/m).

Urmînd cheia de rezolvare a nomogramei, pornind din punctul ce reprezintă raportul $\frac{\gamma H}{\sigma_c}$, determinat cu ajutorul primului tip de nomograme, pentru o durată dată, în cazul săpării unei lucrări miniere cu o rază r, avînd deasupra o coloană petrografică cu greutatea volumetrică medie ponderată γ, se obține presiunea minieră din tavanul lucrării miniere P_q(tf/m). Pentru determinarea presiunilor din vatra și pereții laterali ai lucrării miniere s-a construit nomograma ajutătoare din figura 3. Această nomogramă constă din trei cadrane, fiecare cadran cuprinzînd fasciculul de curbe ce reprezintă înclinarea formațiunilor în care se execută lucrarea, iar în ordonate valorile raportului r_t/r. Cunoscînd raportul r_t/t determinat cu nomograma din figura 2 și urmînd cheia de utilizare a nomogramei, se determină raporturile:

$$a = \frac{P_k}{P_q}, \quad b_1 = \frac{P_{p1}}{P_q} \text{ și } b_2 = \frac{P_{p2}}{P_q},$$

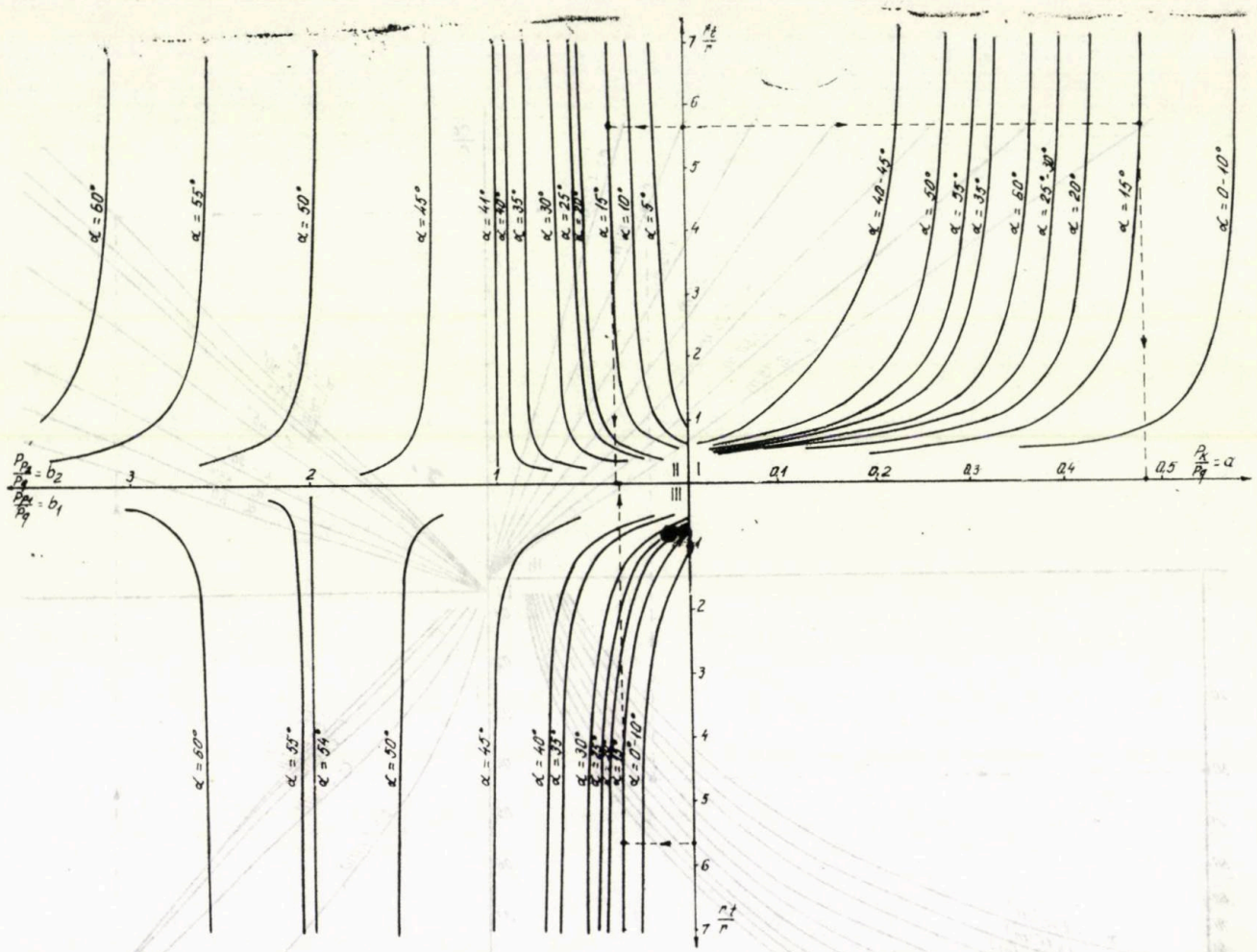


Fig. 3. Nomogramă pentru determinarea presiunilor miniere din pereți și vatră

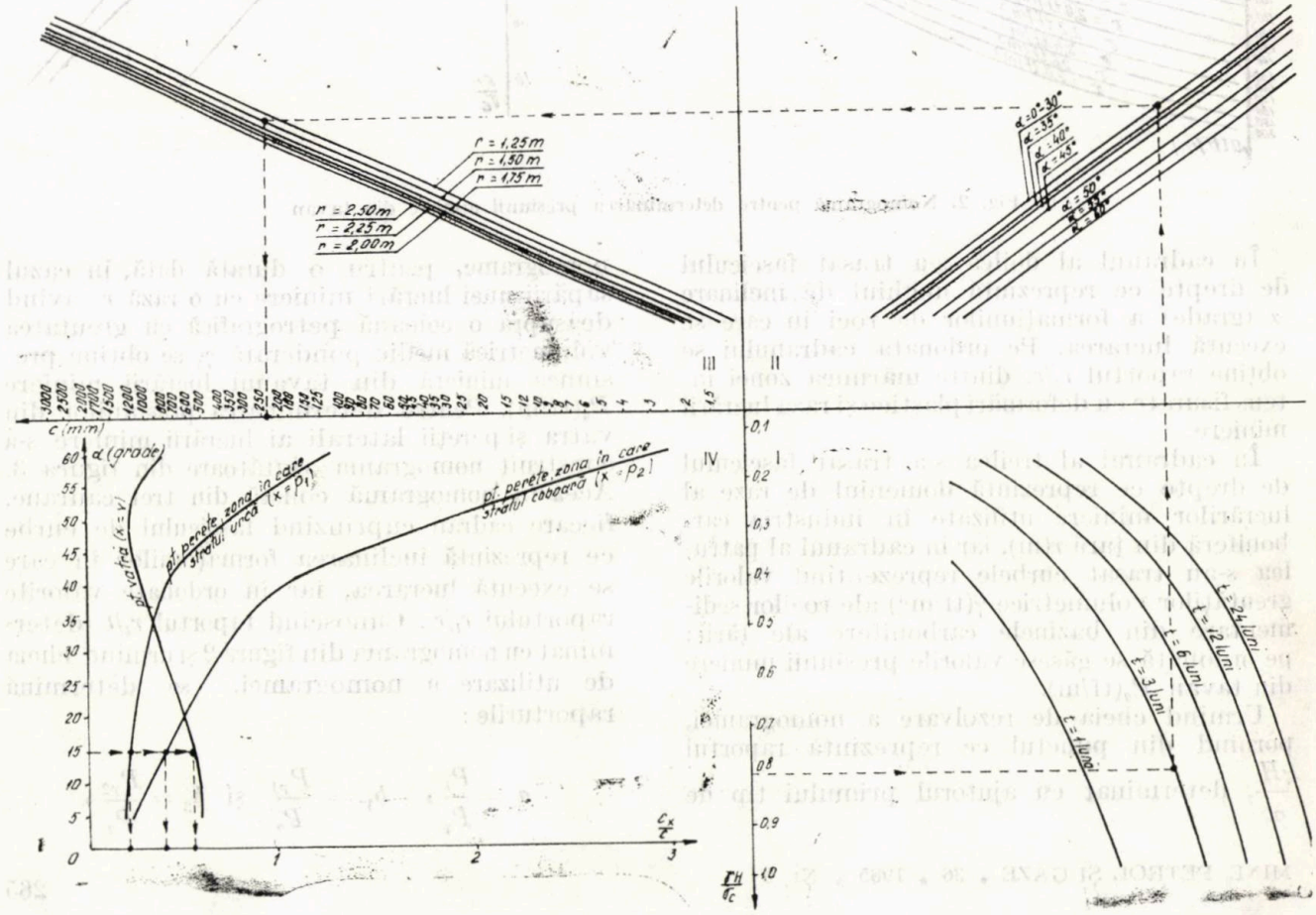


Fig. 4. Nomogramă pentru determinarea deplasărilor radiale (convergențe) pe conturul lucrării miniere

în care :

P_q este presiunea din tavan, tf/m;
P_k — presiunea din vatră, tf/m;
P_{p1} — presiunea din peretele în care stratificaţia se îndepărtează de vatră, tf/m;
P_{p2} — presiunea din peretele în care stratificaţia se apropie de vatră, tf/m.

Produsul dintre valoarea presiunii din tavan, determinată cu nomograma din figura 2, şi valorile a, b_1 şi b_2, obţinute din nomograma din figura 3, reprezintă valorile presiunilor din vatră şi pereţi.

c. Al treilea tip de nomogramă serveşte pentru stabilirea convergenţei rocii spre interiorul lucrării miniere. Nomograma constă din trei cadrane principale şi un cadran ajutător.

În primul cadran s-a reprezentat fasciculul de curbe ce reprezintă durata de existenţă a lucrării miniere, în ordonată raportul $\frac{\gamma H}{\sigma_c}$, iar în cadranele doi, respectiv trei, fasciculele de drepte ce reprezintă unghiul de înclinare a formaţiunilor de roci α, respectiv raza lucrării miniere, r.

De pe abscisa cadranului trei se obţine valoarea deplasărilor radiale din tavanul lucrării miniere, c.

Pentru determinarea deplasărilor din vatră (exclusiv umflările de roci datorită umidităţii) şi pereţi se utilizează cadranul patru al nomogramei. Pentru aceasta, în funcţie de unghiul de înclinare al rocilor în care se execută lucrarea minieră, se determină raportul c_x/c, care poate fi : c_v/c cînd citirea se face cu ajutorul curbei „pentru vatră" ; c_{p1}/c cînd citirea se face cu ajutorul curbei pentru peretele în care înclinarea formaţiunilor de roci urcă ; c_{p2}/c în cazul cînd înclinarea formaţiunilor de roci coboară.

Produsul dintre valorile $\frac{c_x}{c}$ şi valoarea c a deplasării radiale din tavan reprezintă deplasările radiale din vatră (c_v) şi din pereţi (c_{p1} şi c_{p2}).

Determinarea stării de presiuni şi deplasările ce iau naştere în jurul unei lucrări miniere orizontale cu ajutorul acestor nomograme elimină o serie de calcule destul de laborioase şi oferă avantajul de cuprindere a unei infinităţi de posibilităţi de corelare şi determinare a parametrilor geologici, tehnico-minieri, reologici, fizico-mecanici etc.

Într-un viitor articol vom prezenta modul de determinare a valorii portanţei diverselor tipuri de susţinere pentru galerii, precum şi corelarea acestor susţineri, în cazul unui anumit profil de lucrare minieră, cu regimul de presiuni ce iau naştere în jurul acesteia.

Bibliografie

[1] Baklasov, I. V., Kartozia, B. E. *Mecanica lucrărilor miniere subterane.* Ed. Nedra, Moscova, 1975.
[2] Cristescu, N. *Mecanica rocilor.* Universitatea Bucureşti, 1983.
[3] Cristescu, N. *Mecanica rocilor (note de curs).* Universitatea Bucureşti, 1984.
[4] Fisenko, G. L. *Starea limită a rocilor din jurul lucrărilor miniere.* Ed. Nedra, Moscova, 1976.
[5] Glusko, V. I. ş.a. *Reologia masivului de roci.* Ed. tehnică, Kiev, 1981.
[6] Hirian, C. *Mecanica rocilor.* Ed. didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1981.
[7] Leţu, N., Carpenişeanu, D. *Susţineri miniere.* Ed. tehnică, Bucureşti, 1973.
[8] Popescu, Al., Todorescu, A. *Mecanica rocilor în minerit.* Ed. tehnică, Bucureşti, 1982.
[9] Zaslavski, Iu. Z. ş.a. *Calculul parametrilor susţinerilor lucrărilor miniere subterane adînci.* Ed. tehnică, Kiev, 1972.

Unele probleme legate de utilizarea raţională a profilelor laminate pentru susţinerea galeriilor

Ing. C. Dîrdală

I. Introducere

În revista Mine, Petrol şi Gaze, nr. 3/1985, s-a publicat articolul intitulat : „Efecte locale de solicitare a profilelor metalice utilizate la armarea galeriilor circulare" semnat de conf. dr. ing. G. Petrescu, dr. ing. G. Păsărin, ing. D. Plăviceanu, asist. ing. D. Ilincioiu. În acest articol, autorii ajungeau la unele concluzii şi făceau unele propuneri cu privire la îmbunătăţirea modului de exploatare a profilelor laminate de tip SG pentru susţinerea galeriilor. Aceste concluzii erau, în principal, următoarele.

1. Datorită formei şi dimensiunilor profilelor laminate, la îmbinările dintre elementele de susţinere, contactul se face numai pe flancuri. În aceste condiţii, forţele de strîngere din coliere, precum şi solicitările existente în subteran, produc un efect de despicare a profilului inferior. Autorii demonstrau teoretic că tensiunile la baza profilului sînt superioare rezistenţei la rupere a oţelului, producînd crăparea la bază a laminatelor. Această concluzie este confirmată şi de rezultatele obţinute în subteran.

Pentru evitarea tensiunilor excesive prin anularea efectului de pană, autorii propun „stabilirea contactului între profile și la partea inferioară prin introducerea de adaosuri, urmînd ca ulterior profilele să fie astfel laminate încît să se înlăture deficiența semnalată".

2. Colierele de strîngere utilizate în prezent, compuse din bridă rotundă și eclisă plată, generează presiuni de contact (la contactul bridă-profil) „mult peste cele admisibile, rezultatul fiind striviri locale plastice, apariția jocurilor și lunecarea bridelor".

Se propune înlocuirea actualului colier cu un nou colier compus din „două platbande (superioară și inferioară), cuplate prin două șuruburi standardizate (de serie)".

Concluziile menționate sînt corecte, fiind confirmate de comportarea echipamentului de susținere în condițiile de subteran.

În legătură cu aceste concluzii, menționăm că ele au fost cunoscute chiar din perioada elaborării acestor profile (1967—1969), lucrările de cercetare fiind executate de către Institutul de cercetări miniere în colaborare cu Institutul de cercetări metalurgice și Combinatul siderurgic Hunedoara. Pentru asigurarea unei funcționări corecte a cadrelor de susținere, în condițiile folosirii integrale a portanței profilelor laminate și a unor consumuri minime de metal, au fost stabilite încă de atunci soluțiile constructive care elimină deficiențele amintite. Aceste soluții, verificate prin încercări de laborator (colierele de strîngere) sau experimentate în condiții de subteran (contactul la îmbinări), au fost difuzate centralelor și combinatelor în anul 1970, aplicîndu-se numai de către unele unități miniere, cu toate că nu implică procese tehnologice complicate sau costisitoare.

În cele ce urmează, vom prezenta soluțiile preconizate.

II. Evitarea crăpării profilelor în zonele de îmbinare

Pentru evitarea fenomenului de decalibrare și distrugere a profilelor laminate în zonele de îmbinare, s-a preconizat folosirea unor „plăcuțe compensatoare" care fac ca elementele de susținere să se sprijine în zona de îmbinare, atît pe flanșele laterale, cît și pe fundul profilelor. Poziția plăcuței compensatoare la îmbinare este prezentată în figura 1. Datele constructive ale plăcuțelor compensatoare, precum și modul de montare la cele două tipuri de profile, sînt prezentate în figurile 2, 3 și 4.

La cadrele de susținere cu vatră deschisă, plăcuțele compensatoare se montează numai la elementele laterale, la capătul de contact cu bolta (în total două plăcuțe pe cadrul de susținere). La cadrele eliptice cu vatră închisă, plăcuțele se montează numai pe elementele laterale la ambele capete (în total patru plăcuțe pe cadrul de susținere). La cadrele circulare cu vatră închisă, plăcuțele sînt necesare numai la elementele laterale, dar avînd în vedere că toate cele patru elemente de susținere a unui cadru sînt identice, se recomandă ca

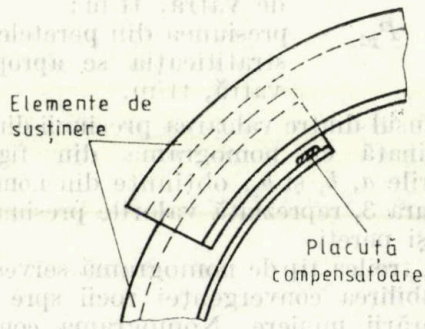


Fig. 1. Poziția plăcuței compensatoare la îmbinare

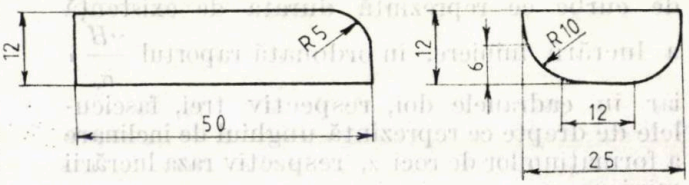


Fig. 2. Plăcuță compensatoare pentru profil SG-18

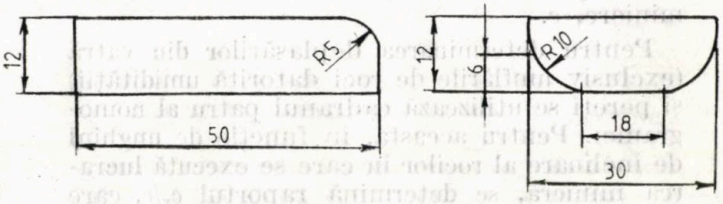


Fig. 3. Plăcuță compensatoare pentru profil SG-23

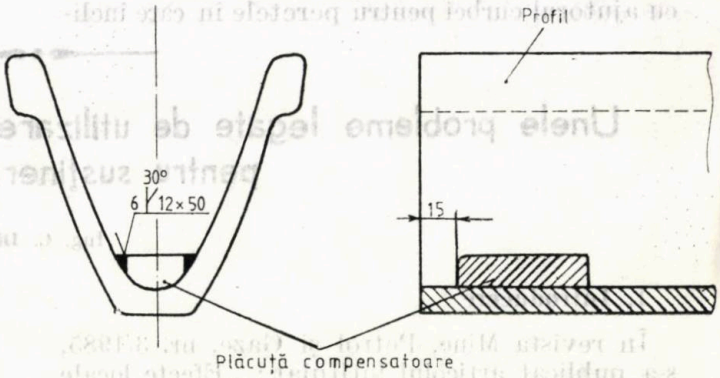


Fig. 4. Montarea plăcuței compensatoare

plăcuțele să se monteze la toate elementele (în total opt plăcuțe pe cadrul de susținere).

Utilizarea plăcuțelor compensatoare evită distrugerea cadrelor de susținere înainte de atingerea capacității portante, deci asigură obținerea parametrilor de rezistență proiectați, conducînd în acest fel la utilizarea rațională a metalului.

Soluția a fost experimentată în subteran, conducînd la eliminarea, în totalitate, a decalibrării și crăpării profilelor laminate în zonele de îmbinare.

Considerăm că soluția cu plăcuțe compensatoare prezintă unele avantaje față de aceea a laminării unui profil caracterizat de un contact simultan pe flanșele laterale și pe fund, din următoarele motive :

— un astfel de profil ar necesita îngroșarea peretelui inferior al laminatului, ori această îngroșare este necesară numai la capetele elementului de susținere, nu pe toată lungimea profilelor ;

— metalul necesar pentru îngroșarea peretelui inferior poate fi repartizat mai eficient în alte zone ale profilului, pentru obținerea unor momente de inerție și a unor module de rezistență maxime, pentru o anumită greutate a profilului ;

— un perete inferior îngroșat nu ar mări substanțial rezistența la despicare, deoarece sarcina elementului de susținere superior se aplică (după decalibrare) pe capătul profilului, unde rezistența este minimă ; plăcuța compensatoare asigură aplicarea sarcinii în interiorul elementului (în cazul nostru la 15 mm), unde rezistența profilului la despicare este superioară.

Acestea au fost și considerentele inițiale pentru care profilul a fost conceput cu contact numai pe flanșele laterale.

III. Coliere de strîngere

Condițiile generale pe care trebuie să le îndeplinească colierele de strîngere sînt următoarele :

— să fie astfel dimensionate încît să permită strîngerea elementelor de susținere pînă la realizarea unor sarcini de culisare apropiate, dar inferioare sarcinilor de deformare plastică a cadrelor de susținere. În acest fel se asigură folosirea aproape integrală a portanței profilelor și, în același timp, se protejează cadrele de susținere (prin culisare) de apariția unor forțe superioare capacității portante ;

— să asigure o rezervă de portanță pentru a putea face față unor suprasolicitări, frecvente în subteran ;

— să asigure, pentru o anumită strîngere, o sarcină de culisare cît mai constantă și o dispersie cît mai redusă a valorilor sarcinilor de culisare ;

— să asigure un contact suficient cu profilele laminate pentru a evita fenomenele de gripare ;

— caracteristicile constructive să nu permită — în timpul funcționării — modificarea poziției perpendiculare a colierelor față de elementele de susținere ; în caz contrar, se modifică eforturile inițiale de strîngere în șuruburi și funcționarea generală a cadrelor de susținere scapă de sub control ;

— să se monteze și să se demonteze ușor ;

— să nu pretindă o tehnologie pretențioasă de fabricație, să fie ieftine și să se confecționeze din materiale curente.

În urma efectuării unor încercări de laborator pe diverse tipuri de coliere de strîngere, s-a recomandat, pentru aplicare, un tip cu ambele semicoliere plate, confecționate din oțel lat cu grosimea de 16 mm și strînse cu șuruburi M-27. Dimensiunile și construcția acestor coliere de strîngere sînt prezentate în figura 5, 6, 7, 8, 9 și 10. Curbele de funcționare ale îmbinărilor echipate cu acest tip de coliere, stabilite în laborator pentru profilul SG-18 și pentru cupluri de strîngere de 15, 20, 25 și 30 kgfm, sînt prezentate în figura 11.

Caracteristicile generale ale funcționării colierului cu ambele semicoliere plate sînt următoarele :

- culisarea are loc în mod lin, fără salturi. Sarcina de culisare rămîne practic constantă în timpul solicitărilor, pentru toate cuplurile de strîngere ;
- prezintă o dispersie mică a valorilor sarcinii de culisare ;
- culisarea se face, în general, fără gripări ; începuturi de gripări slabe apar numai la strîngeri de 30 kgfm, cuplu care nu este necesar în exploatarea curentă a profilelor SG-18 și SG-23 ;
- stabilitate bună în raport cu axa longitudinală a profilelor ;
- apar mici deformări ale colierelor (fără antrenarea șuruburilor) numai la strîngerea de 30 kgfm.

Comparativ cu tipul de coliere recomandat, colierele de strîngere compuse din bridă rotundă și eclisă plată (utilizate în prezent) au prezentat următoarele caracteristici :

— culisare în salturi, cu variații foarte mari și bruște ale sarcinii de culisare care, în general, crește pe parcursul încercărilor ;

— dispersie mare a valorilor sarcinii de culisare ;

— prezintă fenomene de gripare a profilelor la cupluri de strîngere relativ mici (10—15 kgfm), cu efecte negative asupra funcționării generale a îmbinării ;

— prezintă fenomene de gripare între bridă și profil, producînd destabilizarea și antrenarea colierului în timpul culisării ;

— elementele colierului înregistrează deformații vizibile la cuplul de strîngere de 20 kgfm.

Pentru exemplificare prezentăm în figura 12 curbele de funcționare ale îmbinărilor echipate cu colierul utilizat în prezent, pentru profilul SG-18 și pentru aceleași strîngeri aplicate și în cazul colierului recomandat.

Colierele propuse comportă o tehnologie de fabricație simplă. Semicolierele se confecțio-

nează prin matriţare la cald din oţel lat 70 × 16 mm. Şuruburile se comandă la o fabrică specializată.

Pentru exploatarea raţională a cadrelor de susţinere este necesară, de asemenea, strîngerea controlată a colierelor, cu ajutorul cheilor

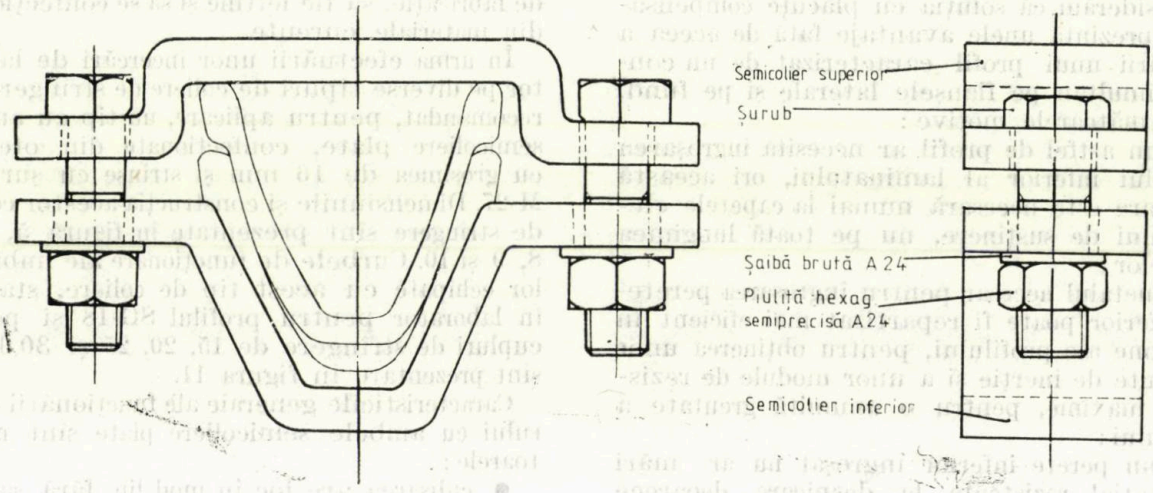


Fig. 5. Colier de strîngere

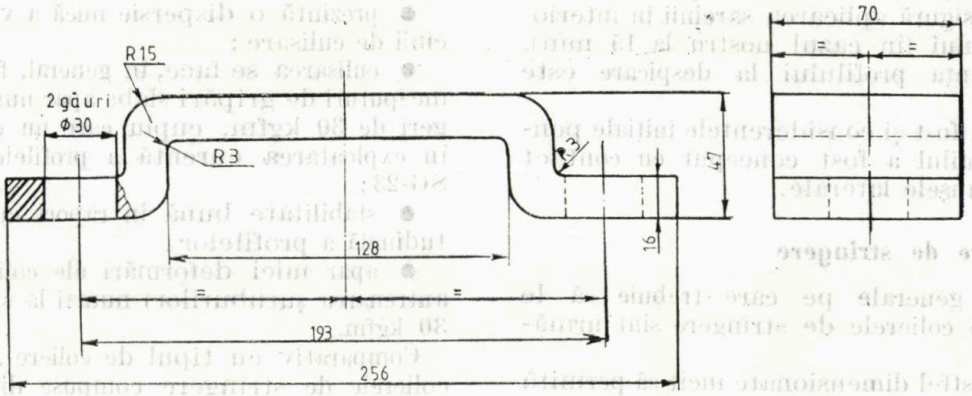


Fig. 6. Semicolier superior profil SG-18

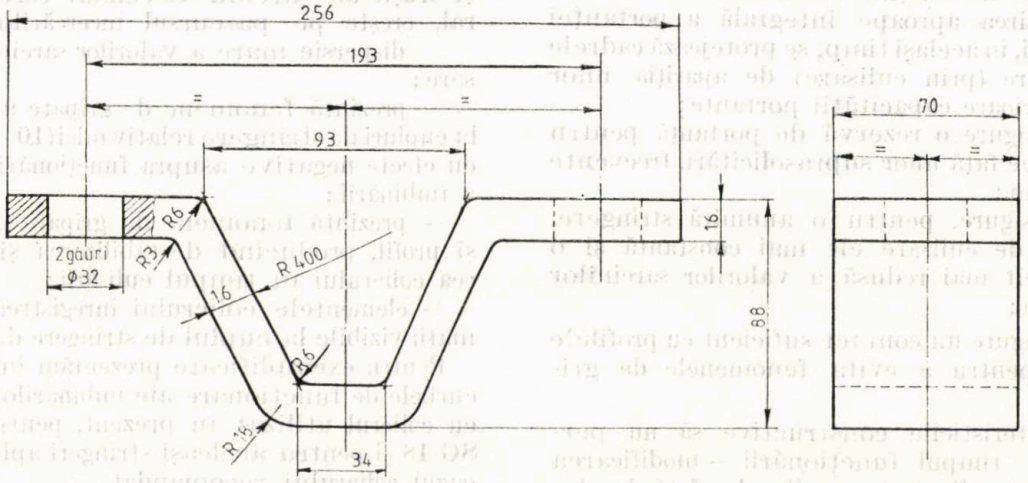


Fig. 7. Semicolier inferior profil SG-18

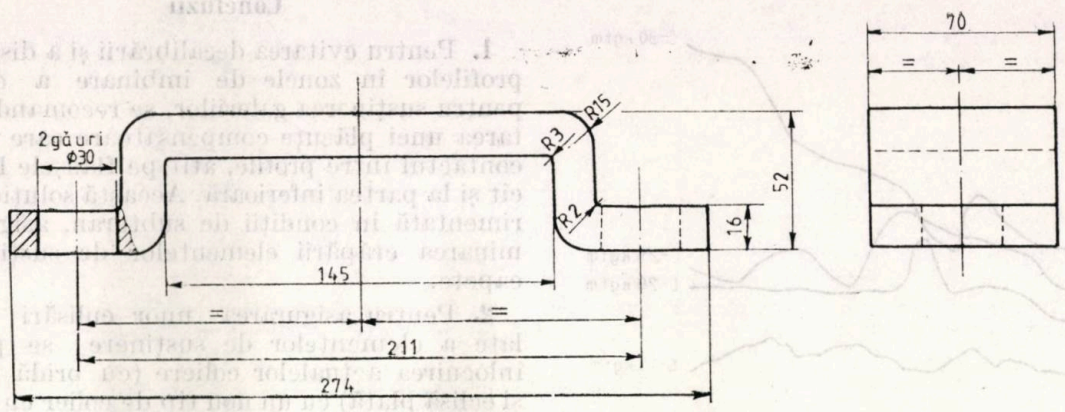


Fig. 8. Semicolier superior profil SG-23

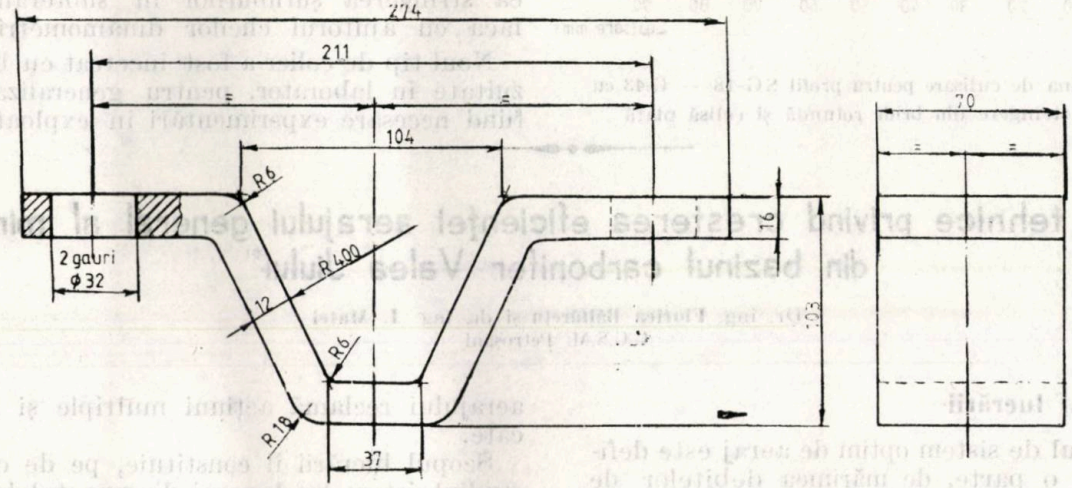


Fig. 9. Semicolier inferior profil SG-23

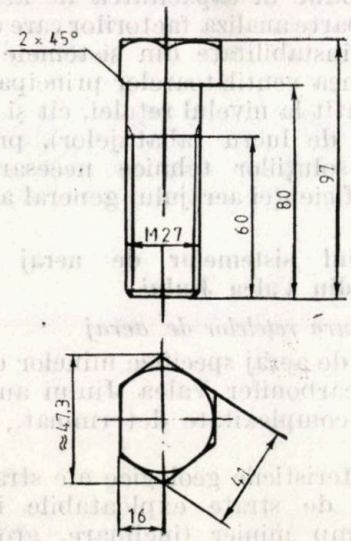


Fig. 10. Șurub de strîngere

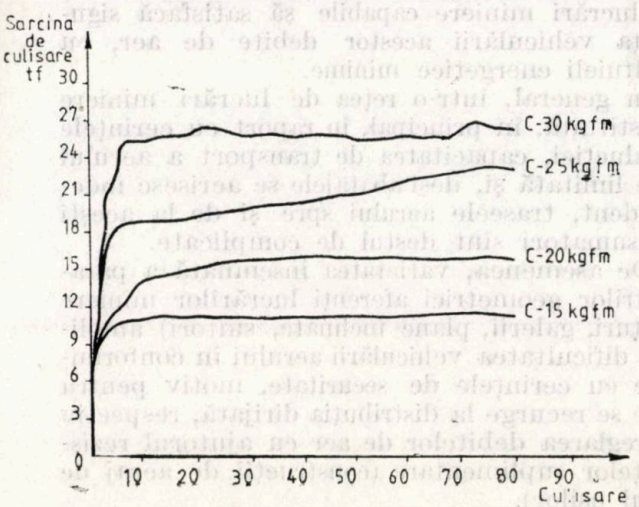


Fig. 11. Sarcina de culisare pentru profil SG-18 — C-43 cu coliere de strîngere recomandate

dinamometrice, care trebuie generalizate în industria minieră. Cuplurile de strîngere recomandate sînt de circa 15 kgfm pentru profilul SG-18 și de 15—20 kgfm pentru profilul SG-23.

Atît colierele, cît și cuplurile de strîngere ale acestor coliere, au fost stabilite prin încercări de laborator, pentru definitivarea lor fiind necesară efectuarea unor experimentări în exploatare.

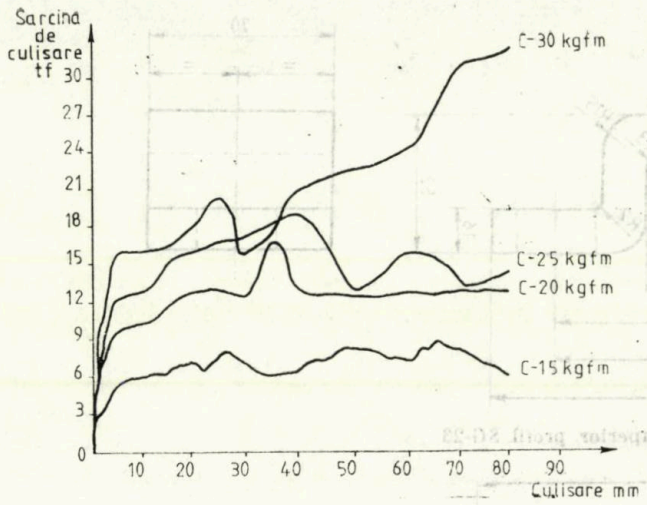


Fig. 12. Sarcina de culisare pentru profil SG-18 — C-43 cu coliere de strîngere din bridă rotundă și eclisă plată

Concluzii

1. Pentru evitarea decalibrării și a distrugerii profilelor în zonele de îmbinare a cadrelor pentru susținerea galeriilor, se recomandă montarea unei plăcuțe compensatoare care asigură contactul între profile, atît pe flanșele laterale, cît și la partea inferioară. Această soluție, experimentată în condiții de subteran, asigură eliminarea crăpării elementelor de susținere la capete.

2. Pentru asigurarea unor culisări controlate a elementelor de susținere se propune înlocuirea actualelor coliere (cu bridă rotundă și eclisă plată) cu un nou tip de colier cu ambele semicoliere plate. Se recomandă, de asemenea, ca strîngerea șuruburilor în subteran să se facă cu ajutorul cheilor dinamometrice.

Noul tip de colier a fost încercat cu bune rezultate în laborator, pentru generalizarea lui fiind necesare experimentări în exploatare.

Soluții tehnice privind creșterea eficienței aerajului general al minelor din bazinul carbonifer Valea Jiului*)

Dr. ing. **Florica Băltărețu** și dr. ing. **I. Matei**
C.C.S.M. Petroșani

I. Scopul lucrării

Conceptul de sistem optim de aeraj este definit, pe de o parte, de mărimea debitelor de aer necesare asigurării securității și confortului în subteran, iar, pe de altă parte, de structura de lucrări miniere capabile să satisfacă siguranța vehiculării acestor debite de aer, cu cheltuieli energetice minime.

În general, într-o rețea de lucrări miniere constituită, în principal, în raport cu cerințele producției, capacitatea de transport a aerului este limitată și, deși abatajele se aerisesc independent, traseele aerului spre și de la acești consumatori sînt destul de complicate.

De asemenea, varietatea însemnată a parametrilor geometrici aferenți lucrărilor miniere (puțuri, galerii, plane înclinate, suitori) amplifică dificultatea vehiculării aerului în conformitate cu cerințele de securitate, motiv pentru care se recurge la distribuția dirijată, respectiv la reglarea debitelor de aer cu ajutorul rezistențelor suplimentare (construcții de aeraj de tipul ușilor).

În cadrul minelor din bazinul Valea Jiului, la care rețelele de lucrări miniere au extindere mare și sînt dotate cu mai multe instalații principale de ventilație, conducerea curentă a aerajului reclamă acțiuni multiple și complicate.

Scopul lucrării îl constituie, pe de o parte, studiul sistemelor de aeraj din punctul de vedere al limitelor pe care structurile actuale ale rețelelor le introduc în capacitatea de aerisire, iar pe de altă parte analiza factorilor care determină zonele de instabilitate din sistemele de aeraj (interacțiunea ventilatoarelor principale și ușile de aeraj), atît la nivelul rețelei, cît și la nivelul fronturilor de lucru (abatajelor), precum și stabilirea soluțiilor tehnice necesare pentru creșterea eficienței aerajului general al minelor.

II. Studiul sistemelor de aeraj specifice minelor din Valea Jiului

1. *Structura rețelelor de aeraj*

Rețelele de aeraj specifice minelor din cadrul bazinului carbonifer Valea Jiului au un grad ridicat de complexitate determinat, în principal, de:

— caracteristicile geologice ale stratului sau pachetului de strate exploatabile în cadrul fiecărui cîmp minier (înclinare, grosime, intercalații sterile, grad de tectonizare etc.);

— metodele de deschidere, pregătire și exploatare;

— capacitatea de producție planificată, respectiv dinamica crescătoare a acesteia;

— numărul fronturilor de lucru simultan în funcțiune;

*) Lucrarea a fost susținută la Sesiunea anuală de comunicări științifice organizată de centrul de cercetări pentru securitate minieră, Petroșani, 30—31 mai 1985

— tehnologia de extragere aplicată în prezent sau cea de perspectivă;
— tendința de autoaprindere a cărbunilor;
— regimul emanațiilor de metan, mine grizutoase de categoria a IV-a cu mai mult de 15 m^3/t CH_4 și suflaiuri de CH_4.

Principalele caracteristici comune ale acestor rețele pot fi grupate după cum urmează:
— toate minele dispun de două sau mai multe lucrări miniere principale, de legătură subteran-suprafață (puțuri sau galerii de coastă) care servesc, în afara cerințelor de extragere a producției ,și pentru alimentarea cu aer proaspăt;
— la toate minele, evacuarea aerului viciat se realizează prin cel puțin două stații principale de ventilație, amplasate la lucrări miniere care servesc, în exclusivitate, pentru aeraj sau au dublă funcționalitate (aeraj și transport materiale);
— coborîrea în adîncime și pregătirea în comun pentru exploatare a stratelor de cărbune din blocurile natural delimitate determină o interdependență a circuitelor principale de aeraj, deși abatajele se aerisesc independent;
— ordinea de exploatare și capacitatea de producție a fiecărui abataj, în raport cu producția minei, implică menținerea simultan în funcțiune a mai multor orizonturi, cu o dispersie relativ însemnată a fronturilor de lucru, ceea ce reclamă trasee lungi și construcții de aeraj (de tipul ușilor) pentru asigurarea stabilității sistemului de aeraj necesar în diferite etape;
— la toate minele aerajul general este aspirant și ascendent.

În afara trăsăturilor comune, rețelele de aeraj ale minelor care exploatează strate cu înclinare mare, față de cele la care exploatarea se face în strate cu înclinări mici și medii, prezintă particularități care se reflectă, cu precădere, atît în modul de conducere curentă a aerajului, cît și în stabilitatea sistemelor de aeraj.

Astfel, la minele care exploatează strate cu înclinare mare, rețeaua de aeraj — ca urmare a metodei de pregătire și exploatare — se caracterizează prin:
— posibilitatea aerisirii unui număr mare de abataje în cadrul unui etaj pregătit pentru exploatarea între două orizonturi, respectiv circuite secundare de aeraj cu trasee scurte (ex. stratul 3);
— exploatarea stratelor acoperitoare (4, 5, 6, 7, 12, 13) se face la orizonturi inferioare față de stratul 3, permițînd crearea circuitelor secundare de aeraj, independente;
— posibilitatea separării și închiderii în timp util a unui abataj sau grupuri de abataje în cazul în care se produce autoîncălzirea sau autoaprinderea cărbunelui;
— coborîrea în adîncime modifică, în mică măsură, rezistența aerodinamică a minei, respectiv parametrii funcționali necesari de realizat la ventilatoarele principale;
— stabilitatea sistemului de aeraj este cu mult mai mare decît în cazul minelor care exploatează strate cu înclinare mică ca urmare a periodicității scăzute de modificare a circuitelor de aeraj.

În cazul minelor care dispun de o altă configurație geometrică a stratelor de cărbune (înclinări relativ mici), rețeaua de aeraj prezintă următoarele particularități:
— circuitele de aeraj se caracterizează prin trasee lungi pentru alimentarea cu aer proaspăt a abatajelor, ca urmare a lucrărilor de pregătire de extindere mare;
— dirijarea curenților de aer necesită un număr mare de construcții de aeraj și cu un grad ridicat de siguranță în funcționalitate;
— intersectarea curenților de aer proaspăt și viciat trebuie să se realizeze prin construcții speciale (crosinguri);
— modificarea continuă a poziției abatajelor conduce la schimbarea permanentă a rezistenței aerodinamice specifice rețelei de aeraj, respectiv la necesitatea reglărilor;
— conducerea curentă a aerajului prezintă un grad sporit de dificultate ca urmare a interdependenței circuitelor principale de aeraj și a modificărilor care intervin permanent în structura rețelei de lucrări miniere subterane.

2. *Structura circuitelor de aeraj*

Din analiza efectuată asupra circuitelor de aeraj specifice minelor din bazinul Valea Jiului, se constată că acestea au structuri diferite, dar și trăsături comune, astfel că elementele caracteristice pot fi grupate după cum urmează:
— circuitele de aeraj, la toate minele, sînt constituite pentru aerisirea unui abataj sau a grupurilor de abataje, a abatejelor și lucrărilor de pregătire, a lucrărilor miniere de deschidere și pregătire în săpare sau a unor zone din rețeaua de lucrări miniere subterane. Debitele de aer aferente circuitelor de aeraj, stabilite în conformitate cu normele în vigoare pentru diferite condiții de zăcămînt și de exploatare, au o gamă variată de valori, fiind cuprinse, în general, între 200 și 2 000 m^3/min;
— funcție de caracteristicile stratelor care fac obiectul exploatării, se disting două tipuri de circuite, luînd în considerare aceeași capacitate de producție și debite de aer aproximativ egale:
- circuite de aeraj cu rezistențe aerodinamice mici și depresiuni relativ constante;
- circuite de aeraj cu rezistențe aerodinamice mari și respectiv depresiuni variabile.

În prima categorie se înscriu circuitele de aeraj specifice exploatării stratului 3 în felii (abataje frontale cu preabataje de felie sau

abataje cameră) la care sistemul de pregătire, simultan cu multiplele legături între galeriile de bază și de cap, în cadrul unui bloc de exploatare, se reflectă pozitiv în regimul aerodinamic, atît prin valorile mici ale pierderilor de presiune, cît și prin variația scăzută în timp a acestor pierderi de presiune.

În cea de-a doua categorie se află circuitele de aeraj specifice stratelor de grosime mică și medie, al căror sistem de pregătire implică trasee lungi, care necesită pierderi de presiune relativ mari cu variații însemnate ale mărimii acestor pierderi de presiune, o dată cu avansarea exploatării.

Circuitele de aeraj din cadrul unei stații principale de ventilație sînt dependente unele de altele, fie datorită legăturilor care există în zona de alimentare cu aer proaspăt, fie în zona de evacuare a aerului viciat, fie în ambele zone. De asemenea, la cîteva mine, legăturile existente la același orizont sau la orizonturi diferite între stațiile principale de ventilație măresc gradul de dependență a circuitelor.

Subcircuitele aferente abatajelor sînt independente, deoarece abatajele sînt situate pe legături paralele sau diagonale în raport cu alte abataje sau ramificații ale rețelei, iar debitele de aer din fiecare abataj sînt evacuate la orizonturile de aer viciat.

Pierderile de presiune cu valori ridicate din cadrul anumitor circuite de aeraj se datorează, în principal, numărului mare de construcții de aeraj aplicate pentru distribuția și reglarea debitelor de aer în rețelele cu extindere mare și deservite de mai multe instalații principale de aeraj.

De asemenea, pierderi de presiune importante introduc în circuite și lucrările miniere al căror profil s-a redus în timp sub valoarea de 6 m². În aceste lucrări miniere, pierderile de presiune sînt cu atît mai mari, cu cît debitele de aer vehiculate sînt mai mari. La o depresiune maximă realizată de stația principală de ventilație, pierderile de presiune nu mai cresc pentru ramificațiile cu secțiuni sub 2 m², ci se produc reduceri de debite de aer în subcircuitele din care aceste ramificații aparțin (cazul tuburilor de aeraj din cadrul exploatării stratului 3 în felii).

În lucrările miniere cu secțiuni mai mari de 6 m², chiar dacă sînt vehiculate debite mari ($Q > 25$ m³/s), pierderile de presiune aferente acestor lucrări participă cu pondere mică în pierderea de presiune totală a circuitelor de aeraj.

3. *Analiza factorilor care determină zonele de instabilitate din sistemele de aeraj*

În scopul aprecierii stabilității unui sistem de aeraj, atît din punct de vedere calitativ (menținerea sensului de circulație a aerului), cît și din punct de vedere cantitativ (asigurarea mărimii debitelor de aer), s-au evidențiat factorii perturbatori din aeraj, factori cu implicații directe, negative, în starea de securitate a minelor.

Funcție de mărimea ariei de influență, zonele în care își exercită acțiunea acești factori perturbatori pot fi împărțite în două categorii și anume:

— la nivelul minei;

— la nivelul abatajelor.

Principalii factori perturbatori, cu acțiune la nivelul minei și care influențează variația mărimii și sensului debitului total de aer din subteran, sînt:

- interacțiunea dintre instalațiile principale de ventilație sau funcționarea ventilatoarelor în zona de pompaj (în domeniul rezistenței lor aerodinamice mari);
- reducerea rezistenței aerodinamice aferente rețelei de aeraj (scurtcircuitarea unei zone din mină), ca urmare a menținerii deschise a ușilor principale de aeraj, ușă de care depinde aerajul unui sector, bloc, grup de abataje sau a ușilor de izolare de la puțurile auxiliare, puțuri care servesc atît pentru transport de materiale, cît și pentru aeraj;
- majorarea rezistenței aerodinamice a rețelei de aeraj datorată obturărilor cu materiale, reducerii profilelor sau surpărilor în lucrările miniere principale de evacuare a aerului din mină, precum și creșterii numărului construcțiilor de aeraj (uși și diguri).

Dintre factorii perturbatori care influențează oscilațiile debitului de aer la nivelul abatajelor se evidențiază:

— creșterea treptată a rezistențelor aerodinamice prin reducerea profilelor lucrărilor miniere sau obturarea parțială cu materiale și creșterea bruscă a rezistențelor aerodinamice în caz de surpare;

— apariția sau prezența unui foc sau incendiu;

— operațiile de redistribuire a circuitelor de aeraj;

— scurtcircuitările de aer în cazul menținerii deschise a ușilor de reglare a debitelor de aer;

— oricare din factorii perturbatori care acționează la nivelul minei.

3.1. Influența modificării regimului de funcționare al instalațiilor principale de ventilație

În cazul majorării debitului de aer al unui ventilator Q_v, cu o valoare ΔQ_v, prin aplicarea legii I a lui Kirchhoff în nodul care cuprinde ramificația cu ventilator, se poate scrie:

$$Q_v + \Delta Q_v = \Sigma(Q_i + \Delta Q_i),$$

în care:

Q_i și ΔQ_i reprezintă debitele de aer și respectiv creșterile acestora în ramificațiile incidente în nod.

Împărțind această relație cu Q_v și ținînd seama că $Q_v = \Sigma Q_i$, rezultă:

$$\frac{\Delta Q_v}{Q_v} = \frac{\Sigma \Delta Q_i}{\Sigma Q_i},$$

sau notînd:

$$\frac{\Delta Q_v}{Q_v} = K_v \quad \text{și} \quad \frac{\Delta Q_i}{Q_i} = K_i,$$

se obține:

$$K_v = K_i.$$

Prin aplicarea celei de-a doua legi a lui Kirchhoff în conturul închis care conține ventilatorul, se poate scrie:

$$h_v = R_r \cdot Q_v^2 = \Sigma R_i \cdot Q_i^2,$$

iar la majorarea debitului de aer:

$$h_v = R_r(Q_v + \Delta Q_i)^2 = \Sigma R_i(Q_i + \Delta Q_i)^2$$

sau:

$$R_r \cdot Q_v^2 \left(1 + \frac{\Delta Q_v}{Q_v}\right)^2 = \Sigma R_i \cdot Q_i^2 \left(1 + \frac{\Delta Q_i}{Q_i}\right)^2.$$

Deoarece:

$$R_r \cdot Q_v^2 = \Sigma R_i \cdot Q_i^2,$$

rezultă:

$$\frac{\Delta Q_v}{Q_v} = \frac{\Delta Q_i}{Q_i} \text{ sau } K_v = K_i.$$

Cunoscînd deci creșterea de debit care este necesară la ventilator, se pot calcula debitele de aer care se vor obține în fiecare ramificație a rețelei cu ajutorul relației:

$$Q_{i\,final} = Q_i + \Delta Q_i = Q_i(1 + K_v).$$

Din cele de mai sus, rezultă că modificarea proporțională a debitelor de aer Q_i, în toate ramificațiile rețelei, menține modelul echilibrat de debite, atît în ceea ce privește legea I, cît și legea a II-a ale lui Kirchhoff.

Această proporționalitate a debitelor de aer se menține atîta timp cît rezistențele aerodinamice se mențin constante.

În cazul în care nu se cunoaște creșterea de debit care se poate realiza la ventilator, modificările relative ale debitelor de aer din ramificațiile rețelei se pot determina prin rezolvarea ecuațiilor care modelează curba caracteristică a ventilatorului și cea a rețelei și anume:

$$R_r \cdot Q_v^2 = A_0 + B_0 \cdot Q_v^2,$$

$$R_r \cdot (Q_v + \Delta Q_v)^2 = A + B(Q_v + \Delta Q_v)^2,$$

în care:

A_0 și B_0 reprezintă coeficienții determinați din curba caracteristică a ventilatorului în cazul regimului inițial;

A și B — aceiași coeficienți aferenți altui regim de funcționare sau altui ventilator;

R_r — rezistența rețelei.

Ecuațiile de mai sus se pot scrie:

$$Q_v^2(R_r - B_0) = A_0,$$

$$Q_v^2\left(1 + \frac{\Delta Q_v}{Q_v}\right)^2 (R_r - B) = A.$$

Împărțind a doua ecuație la prima, se obține:

$$\left(1 + \frac{\Delta Q_v}{Q_v}\right)^2 = \frac{A}{A_0} \cdot \frac{R_r - B_0}{R_r - B}$$

sau:

$$K_v = \frac{\Delta Q_v}{Q_v} = \sqrt{\frac{A(R_r - B_0)}{A_0(R_r - B)}} - 1.$$

Valorile modificate ale debitelor de aer din ramificațiile rețelei vor fi:

$$Q_{i\,final} = Q_i(1 + K_v).$$

Pentru rețelele complexe de aeraj dotate cu mai multe instalații de ventilație, orice modificare a debitului total de aer care intră în mină va afecta regimurile de funcționare ale fiecărui ventilator.

Valorile depresiunilor în ramificațiile rețelei, inclusiv depresiunile ventilatoarelor în cazul modificării regimului de funcționare al unei instalații principale de ventilație, se pot obține cu ajutorul relației:

$$h_{i\,final} = h_i \cdot K_H,$$

unde:

$$K_H = (1 + K_v)^2.$$

Din cele de mai sus rezultă că majorarea debitului de aer într-o rețea dată, fără modificări în rezistența rețelei, se poate obține prin schimbarea regimurilor de funcționare a tuturor ventilatoarelor principale din componența sistemului, ventilatoare care se influențează reciproc.

Exemplu.

Considerîndu-se o creștere de debit de aer de 50% la ventilatorul din nodul 6 (fig. 1) se cere să se afle care vor fi debitele de aer în ramificațiile rețelei și care vor fi noile valori ale depresiunilor, inclusiv la ventilatoare.

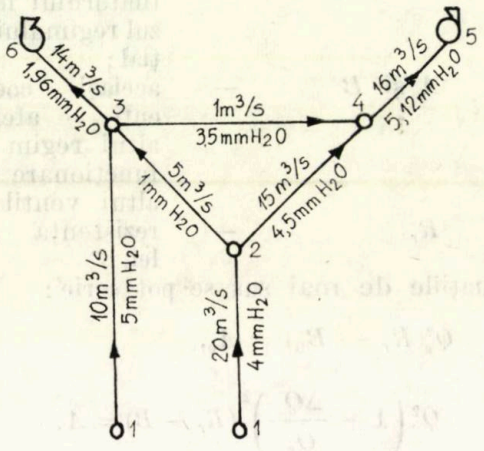


Fig. 1

Se calculează K_v pentru ventilatorul din nodul 6, K_i și K_H.

$$K_v = K_i = \frac{\Delta Q_v}{Q_v} = \frac{7}{14} = 0{,}5,$$

$$K_H = (1 + K_v)^2 = (1 + 0{,}5)^2 = 2{,}25.$$

Valorile noi ale debitelor de aer, precum și ale pierderilor de presiune (depresiunilor) necesare în lucrările miniere, vor fi :

Ramificația : 1—2, $Q = 20(1 + 0{,}5) = 30$ m³/s;

$h = 4{,}0\ (1 + 0{,}5)^2 = 9$ mm H_2O.

Ramificația : 1—3, $Q = 10(1 + 0{,}5) = 15$ m³/s;

$h = 5{,}0\ (1 + 0{,}5)^2 = 11{,}25$ mm H_2O.

Ramificația : 2—3, $Q = 5(1 + 0{,}5) = 7{,}5$ m³/s;

$h = 1{,}0\ (1 + 0{,}5)^2 = 2{,}25$ mm H_2O.

Ramificația : 2—4, $Q = 15(1 + 0{,}5) = 22{,}5$ m³/s;

$h = 4{,}5\ (1 + 0{,}5)^2 + 10{,}125$ mm H_2O.

Ramificația 3—4, $Q = 1(1 + 0{,}5) = 1{,}5$ m³/s;

$h = 3{,}5(1 + 0{,}5)^2 = 7{,}875$ mm H_2O.

Ramificația 4—5, $Q = 16(1 + 0{,}5) = 24$ m³/s;

$h = 5{,}22\ (1 + 0{,}5)^2 = 11{,}52$ mm H_2O.

Ramificația 3—6, $Q = 14(1 + 5) = 21$ m³/s;

$h = 1{,}96(1 + 0{,}5)^2 = 4{,}41$ mm H_2O.

Depresiunile necesare la ventilatoarele din nodurile 6 și 5 vor fi :

$h_{v6} = 6{,}96\ (1 + 0{,}5)^2 = 15{,}66$ mm H_2O;

$h_{v5} = 13{,}62\ (1 + 0{,}5)^2 = 30{,}645$ mm H_2O.

Rezultă, din acest exemplu, că în condițiile menținerii neschimbate a valorilor rezistențelor aerodinamice, pentru realizarea majorării debitului de aer la ventilatorul din nodul 6 este necesară o creștere a debitului de aer și la ventilatorul din nodul 5, respectiv o creștere a depresiunilor la ambele ventilatoare.

3.2. Variația debitelor de aer determinată de construcțiile de aeraj

Pentru asigurarea debitelor de aer impuse în fiecare ramificație din rețelele de aeraj este necesară reglarea acestor debite prin introducerea rezistențelor suplimentare, adică a ușilor de aeraj (digurilor), a căror funcționalitate este afectată de destinația lucrărilor miniere în care acestea sînt amplasate.

Pe de altă parte, numărul optim de construcții de reglare (uși) dintr-o rețea de aeraj corespunde numărului de noduri în care intră cel puțin doi curenți de aer.

Mărimea rezistențelor aerodinamice suplimentare ale ușilor de reglare ΔR, care urmează a se introduce în ramificațiile ce se reglează, se determină din diferențele depresiunilor de nod specifice fiecărui traseu incident în nod.

Extinderea mare a rețelelor de aeraj aferente minelor din Valea Jiului a determinat însă utilizarea unui număr de uși de aeraj (diguri) mai mare decît cel optim, din următoarele motive :

— se folosește aceeași lucrare minieră atît pentru aer proaspăt, cît și pentru aer viciat, prin separarea cu uși sau diguri ;

— se reglează debitele de aer ale ventilatoarelor principale prin uși de aeraj ;

— se introduce în sistemul de aeraj o nouă construcție de aeraj fără să se analizeze implicațiile acesteia la nivel de circuit.

Stabilitatea sistemului de aeraj datorată acestui sistem de reglare evidențiază faptul că ușile de aeraj constituie dispozitive care pot furniza ocazional mai mult aer zonelor care nu au nevoie, în detrimentul celor care au aer insuficient, deși căile de acces ale acestora din urmă sînt complet libere.

Cu toate inconvenientele menționate, ușile de aeraj reprezintă mijlocul cel mai răspîndit de reglare a debitelor de aer și în cazul minelor din alte țări.

Analiza efectuată cu privire la amplasamentul ușilor de aeraj în cadrul rețelelor specifice minelor din Valea Jiului a scos în evidență categoriile de lucrări miniere (ramificații) în care prezența ușilor deschise generează perturbații semnificative ale debitelor de aer și anume :

- lucrările miniere (ramificații) de conexiune a principalelor căi de intrare sau evacuare a aerului în/și din mină ;
- lucrările miniere de acces și de ieșire în/și din sectoarele productive (blocuri, strate) ;
- lucrările miniere aferente abatajelor.

Menținerea deschisă a ușilor de reglare pe perioade mai mari de 15 minute, din lucrările miniere din prima grupă, conduce la perturbații importante ale debitelor de aer în cadrul tuturor sectoarelor productive, în timp ce ușile deschise din lucrările miniere incluse în ultima grupă dau modificări ale debitelor de aer numai în abatajele învecinate.

Prezența ușilor de reglare în sistemele de aeraj și manevrarea corectă a acestor uși determină, în afara majorării rezistențelor aerodinamice aferente stațiilor principale de ventilație, și variații normale ($\pm 15\%$) ale debitelor de aer pînă la nivelul fronturilor de lucru.

La nivelul abatajelor, variația normală a debitelor de aer poate conduce la apariția proceselor gazodinamice tranzitorii în condițiile stratelor de cărbuni cu conținut de metan mai mare de 10 m^3/t.

Astfel, în cazul absenței acumulărilor de metan în spațiul exploatat și pe căile de circulație a aerului, creșterile de debite de aer din abataje au ca efect reducerea directă a concentrației de metan din curenții de evacuare, iar reducerile de debite de aer pot fi însoțite de creșteri ale concentrațiilor de metan.

Dacă însă, în spațiul exploatat și pe căile de circulație a aerului există acumulări de metan, modificările debitelor de aer pot avea, în primele momente, efecte contrarii și anume:

— la majorarea debitului de aer se poate produce mai întîi o creștere a concentrației de metan în curentul de evacuare și apoi o reducere a acestuia corespunzătoare mărimii debitului de aer;

— la reducerea debitului de aer, se poate produce inițial o scădere a concentrației de metan, după care începe creșterea acesteia pînă la o valoare corespunzătoare mărimii debitului de aer.

Acest proces fizic este determinat de creșterea depresiunii de nod (racordul abatajului cu galeria de evacuare a aerului viciat la exploatarea în retragere cu aeraj în „U" și avans cu aeraj în „Z") sau a depresiunii din nodurile succesive din galeria de cap la exploatarea în retragere și avans cu aeraj în „Z" și exploatarea în avans cu aeraj în „U", ca urmare a variațiilor debitelor de aer. Depresiunile de nod conduc la majorarea sau diminuarea pierderilor de aer prin spațiul exploatat, pierderi de aer care antrenează la rîndul lor cantități diferite de metan din această zonă.

Aceste procese gazodinamice tranzitorii situează în mod normal vîrfurile concentrațiilor de metan sub valoarea admisă de norme, datorită faptului că debitele de aer planificate pentru fiecare abataj sînt majorate cu 20% pentru acoperirea neuniformității degajărilor de gaze și cu 15% la nivel de circuit pentru scurtcircuitările de aer.

Pe de altă parte, procesele gazodinamice tranzitorii trebuie luate în considerare la reglările curente ale debitelor de aer. Aceste reglări, adică majorări sau reduceri de debite, trebuie să se facă treptat (cu valori mici ale debitelor de aer) astfel încît să se evite apariția vîrfurilor concentrațiilor de metan care ar depăși limitele admise.

III. Soluții tehnice privind creșterea eficienței aerajului general al minelor

1. *Sectorizarea rețelelor de aeraj*

Prin sectorizarea rețelelor de aeraj s-a urmărit simplificarea sistemului complex de aeraj al unei mine mari, de tipul celor existente în bazinul carbonifer Valea Jiului, separînd acest sistem complex în mai multe sisteme individuale (subsisteme) de extindere mai mică și cu grad minim de dependență reciprocă.

Un sistem individual de aeraj a fost definit structural ca fiind alcătuit din unul sau mai multe circuite de aeraj principale și secundare paralele și ca fiind deservit de către o singură instalație principală de ventilație.

Legătura între diferitele sisteme individuale de aeraj se menține numai la nivelul lucrărilor miniere comune de alimentare cu aer proaspăt a minei, zonă în care și ventilatoarele principale vor exercita o acțiune comună.

Începînd de la această zonă comună, se conturează circuitele de aeraj principale și secundare aferente stratelor în exploatare, circuite care, grupate după anumite reguli, converg către o singură instalație de ventilație (după realizarea aerisirii fronturilor de lucru) și alcătuiesc astfel sistemele individuale de aeraj. În zonele de evacuare a aerului viciat, nu se vor mai menține legăturile între stațiile principale de ventilație.

Circuitele de aeraj (principale și secundare) pot avea însă legături comune, funcție de cerințele tehnologiilor de extragere specifică grupurilor de strate care se exploatează simultan.

În consecință, fiecărui sistem individual de aeraj îi corespunde o singură instalație principală de ventilație și într-o mină vor trebui să se separe, de la nivelul stratelor în exploatare, atîtea sisteme individuale, cîte instalații principale de ventilație pot funcționa eficient.

Circuitul principal de aeraj, definit ca fiind alcătuit din succesiunea de lucrări miniere care include obligatoriu cel puțin un abataj, s-a diferențiat de circuitul de aeraj secundar care include numai lucrări de pregătire, ținîndu-se seama de precizările din N.P.M.I.M. și instrucțiunile tehnice anexă la N.P.M.I.M. cu privire la calculul debitului de aer.

Principalele avantaje tehnice și de securitate ale sectorizării rețelelor prin crearea mai multor sisteme individuale de aeraj, în cadrul

fiecărei mine mari, pot fi grupate după cum urmează :

— reducerea depresiunii la nivelul blocurilor (stratelor) în exploatare ;

— funcţionarea instalaţiilor principale de ventilaţie în domeniul raţional, cu cheltuieli energetice minime ;

— posibilitatea modificării debitelor de aer în cadrul diferitelor blocuri în exploatare, prin schimbarea regimului de funcţionare a unei singure instalaţii de ventilaţie, cu implicaţii minime în aerajul blocurilor adiacente ;

— reducerea numărului construcţiilor de aeraj cu funcţionalitate importantă în cadrul sistemului de aeraj şi implicit creşterea gradului de stabilitate a aerajului minei ;

— simplificarea distribuţiei, reglării şi controlului debitelor de aer în abataje ;

— micşorarea volumului cheltuielilor de întreţinere a lucrărilor miniere, ca urmare a reducerii lungimilor căilor de evacuare a aerului viciat.

În scopul evidenţierii conceptului de sectorizare, precum şi a avantajelor pe care această sectorizare le aduce sistemului de aeraj al unei mine, în cele ce urmează se analizează o reţea de aeraj simplificată, dotată cu trei instalaţii principale de ventilaţie (fig. 2 şi 3) în care este necesar să se vehiculeze un debit total de aer de 190 m^3/s.

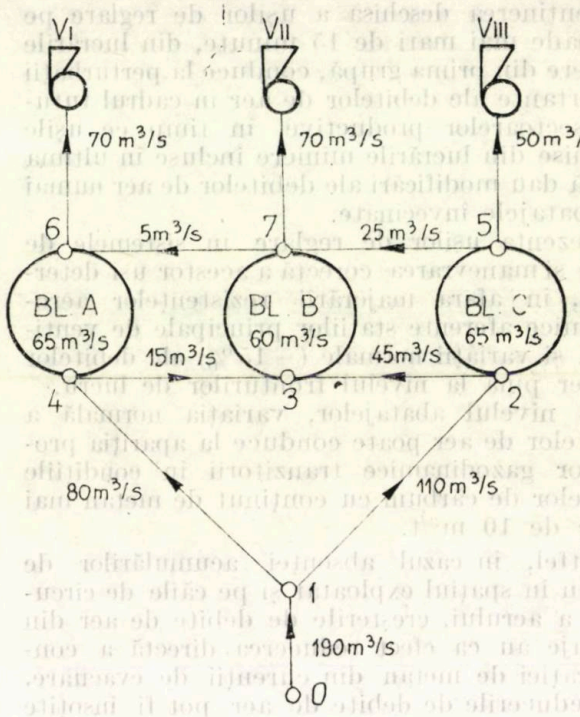
În varianta I (fig. 2), datorită prezenţei legăturilor între staţiile de ventilaţie la nivelul orizonturilor de evacuare a aerului viciat (ramificaţia 7—6 şi ramificaţia 5—7), se exercită o interacţiune între ventilatoare. În varianta a II-a, fără ramificaţiile menţionate, adică în condiţiile sectorizării, se reduce influenţa funcţionării în comun a ventilatoarelor.

Pentru ambele variante s-au analizat parametrii de aeraj, obţinîndu-se următoarele rezultate :

- în varianta I, debitele de aer vehiculate de către ventilatoarele I şi II sînt mai mari decît cele necesare în blocurile care intră în sfera de influenţă a acestor ventilatoare (bl. *A* şi *B*) şi, în consecinţă, depresiuni mai mari decît în varianta a II-a, cînd reţeaua este sectorizată ;
- în varianta a II-a (sectorizată) numai ventilatorul III, care trebuie să satisfacă integral necesarul de aer al blocului *C*, va avea un debit de aer şi o depresiune mai mare decît cea nesectorizată.

De asemenea, din analiză rezultă că în cazul variantei I, nesectorizate, la ieşirea din blocul *A*, acţionează o depresiune de 138 mm H_2O (nodul 6) în loc de 105,89 mm H_2O, cît reprezintă valoarea depresiunii necesară deplasării aerului în acest bloc din varianta sectorizată.

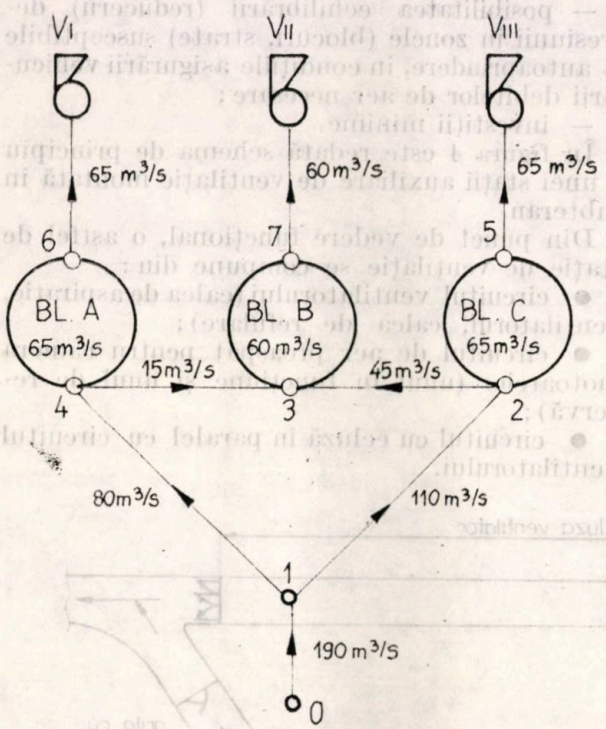
Această majorare artificială a depresiunii, care acţionează asupra blocului *A*, se datorează transportului aerului dinspre ventilatorul II, spre ventilatorul I.



Codul ramificaţiei	Rezistenţa ramificaţiei, kμ	Depresiunea ramificaţiei, mm H_2O	Nodul	Depresiunea maximă de nod, mm H_2O
0—1	0,00085	30,68	1	30,68
1—2	0,0044	35,24	2	65,92
2—3	0,0070	14,17	3	80,09
4—3	0,0080	1,80		
4—6	0,0125	52,81	6	133
2—5	0,0115	48,58	5	114,50
3—7	0,0160	57,60	7	137,69
5—7	0,0110	2,47		
7—6	0,0160	0,40		
1—4	0,0035	22,40	4	53,08
6—V_I	0,0150	73,50	V_I	211,5
7—V_{II}	0,0190	93,1	V_{II}	231
5—V_{III}	0,0250	62,50	V_{III}	177

Fig. 2 şi tab. 1. Depresiunea echivalentă a reţelei 209,60 mm H_2O (varianta I)

În consecinţă, legătura între staţiile principale de ventilaţie, funcţie de poziţia ventilatoarelor în reţea, direcţia de vehiculare a debitelor de aer viciat de la un ventilator la altul



Codul ramificației	Rezistența ramificației, kμ	Depresiunea ramificației, mm H_2O	Nodul	Depresiunea maximă de nod, mm H_2O
0—1	0,00085	30,68	1	30,68
1—2	0,0044	35,24	2	65,92
2—3	0,0070	14,17	3	80,09
4—3	0,0080	1,80	4	53,08
4—6	0,0125	52,81	6	105,89
2—5	0,0115	48,58	5	114,50
3—7	0,0160	57,60	7	137,69
1—4	0,0036	22,40		
6—V_I	0,0150	63,37	V_I	169,26
7—V_{II}	0,0190	68,40	V_{II}	206,09
5—V_{III}	0,025	105,62	V_{III}	220,12

Fig. 3 și tab. 2 Depresiunea echivalentă a rețelei 198,29 mm H_2O (varianta a II-a, sectorizată)

și funcție de depresiunea acestuia, poate majora inutil depresiunea ventilatoarelor adiacente. Acest lucru se datorează faptului că pe un traseu, depresiunile de nod cumulează depresiunile fiecărei ramificații din componența traseului. Ajungîndu-se într-un anumit punct de intersecție de curenți (nod) pe două trasee cu depresiuni cumulate, diferite ca mărime, în condițiile debitelor de aer impuse de presiunea din acel nod va fi depresiunea traseului de maxim.

În cazul ventilatorului V_I din varianta I, depresiunea nodului 6 va avea valoarea 138 mm H_2O, datorită traseului 0—1; 1—2; 2—3; 3—7; 7—6 și nu al traseului 0—1; 1—4; 4—6, care constituie circuitul principal al blocului și prin care se vehiculează 65 m³/s. Rezultă deci că ventilatorul I lucrează puternic influențat de rezistența la care lucrează ventilatorul II, prin transferul depresiunii nodului 7, la nodul 6, deși de la 7—6 se vehiculează numai un debit de aer de 5 m³/s.

În cazul în care s-ar dori deci să se majoreze debitul de aer din blocul *A*, ar trebui să se ia măsuri de micșorare a rezistențelor aerodinamice sau debitelor de aer, în final a depresiunilor în zona ventilatorului II (traseul 0—1; 1—2; 2—3; 3—7; 7—6) și nu în traseul (circuitul) principal al ventilatorului V_I.

Rezultă deci că mărimea depresiunii care acționează asupra unui strat, bloc în exploatare, este o consecință a influenței funcționării în interdependență aproape totală a ventilatoarelor și reducerea acestei depresiuni în condițiile rețelelor nesectorizate este extrem de dificilă.

De asemenea, modificarea debitelor de aer, în condițiile în care ventilatoarele acționează în comun asupra întregii rețele, reclamă măsuri complicate de reglare, care necesită a fi aplicate unei zone largi din mină.

În cazul rețelelor sectorizate, depresiunile care acționează asupra blocurilor în exploatare sînt independente și sînt o consecință directă numai a rezistențelor aerodinamice aferente fiecărui loc și a debitului de aer specific acelui bloc. Această individualizare permite adoptarea măsurilor eficiente care să conducă la menținerea depresiunilor care acționează asupra spațiului exploatat în limitele stabilite prin instrucțiunile tehnice anexă la N.P.M.I.M.

În consecință, sectorizarea rețelelor de aeraj constituie unul din mijloacele fundamentale pentru creșterea eficienței aerajului general al minelor din bazinul carbonifer Valea Jiului.

Din acest motiv, de comun acord cu conducerea C.M.V.J., s-a propus realizarea etapizată a sectorizării rețelelor de aeraj ale acestor mine, prin integrarea măsurilor corespunzătoare în programele generale de exploatare, începînd cu anul 1985.

2. Montarea în subteran a stațiilor auxiliare de ventilație

La anumite configurații de rețele cu circuite de aeraj, caracterizate prin rezistențe aerodinamice mari, rețele dotate cu mai multe instalații de ventilație, se constată instabilitatea debitelor de aer ca mărime și sens, în anumite

lucrări miniere. În aceste lucrări miniere, acțiunea stațiilor principale de ventilație este minimă, fapt care determină dificultăți în aerisirea fronturilor de lucru, recircuitări de aer în lucrările miniere dotate cu aeraj parțial și creșterea potențialului de autoaprindere a cărbunelui datorită scurtcircuitărilor de aer prin spațiile exploatate, precum și prin crăpăturile și fisurile masivelor de cărbune.

Astfel de situații se întîlnesc la exploatarea în felii a stratului 3, cu evacuarea aerului viciat dintr-un bloc la două instalații principale de ventilație, precum și în cazul utilizării tuburilor de aeraj în locul preabatajelor. De asemenea, zone dificil de aerisit se întîlnesc și la exploatarea stratelor de grosime mică și medie, cu trasee lungi.

— posibilitatea echilibrării (reducerii) depresiunii în zonele (blocuri, strate) susceptibile la autoaprindere, în condițiile asigurării vehiculării debitelor de aer necesare;

— investiții minime.

În figura 4 este redată schema de principiu a unei stații auxiliare de ventilație montată în subteran.

Din punct de vedere funcțional, o astfel de stație de ventilație se compune din:

- circuitul ventilatorului (calea de aspirație, ventilatorul, calea de refulare);
- circuitul de aer proaspăt pentru camera motoarelor (unul în funcțiune și unul de rezervă);
- circuitul cu ecluză în paralel cu circuitul ventilatorului.

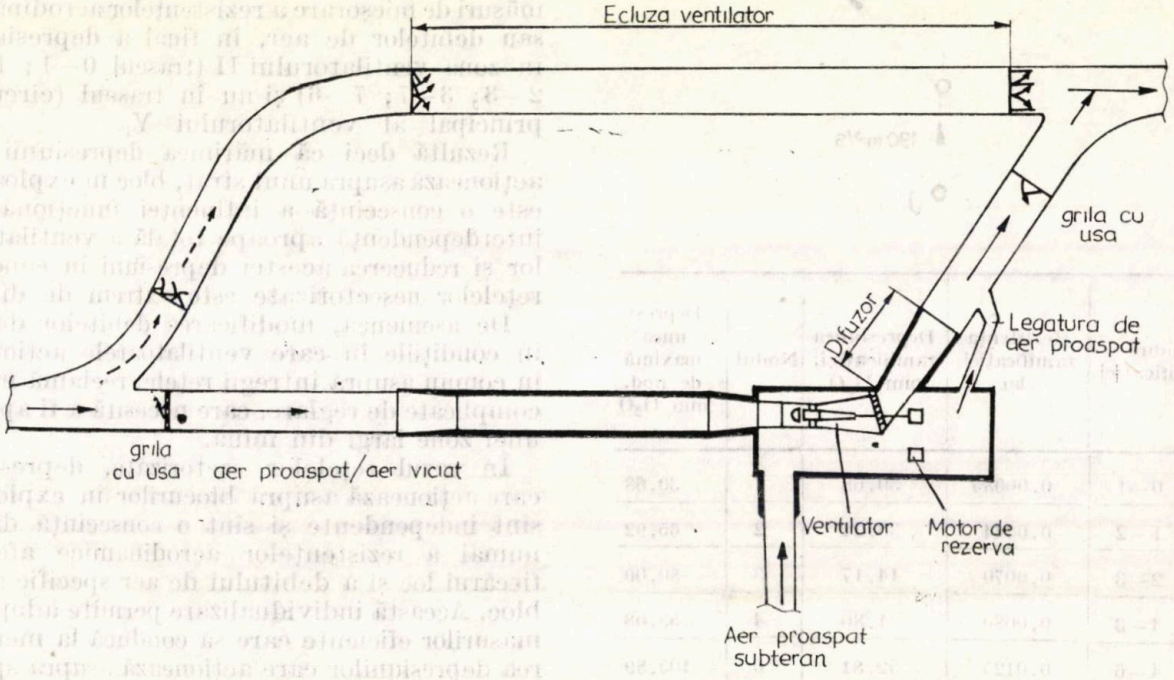


Fig. 4. Schema de principiu privind montarea stației auxiliare de ventilație

Pentru aceste situații, în condițiile în care sînt respectate sistemele de pregătire aferente metodelor de exploatare cadru, este indicat să se reconsidere structura circuitelor de aeraj prin montarea, în subteran, a stațiilor auxiliare de ventilație. Aceste stații auxiliare se vor executa pe bază de proiect aprobat de forul tutelar.

Stațiile auxiliare de ventilație, care vor funcționa în serie cu stațiile principale de la suprafață, permit soluționarea următoarelor probleme:

— realizarea debitelor de aer necesare în fronturile de lucru situate în zone cu rezistențe aerodinamice mari;

— creșterea gradului de utilizare a stațiilor principale de ventilație amplasate la suprafață (majorarea debitelor de aer);

Stația auxiliară de ventilație din subteran, funcție de scop, poate fi utilizată pentru vehicularea aerului proaspăt sau viciat, utilizîndu-se fie ventilatoare axiale, fie centrifugale.

În cazul utilizării stației pentru evacuarea aerului viciat, aceasta va fi dotată cu sistem de control automat al concentrației de metan și de decuplare a energiei în caz de depășire a concentrației admise, precum și cu sistem de deschidere a ușilor de acces a aerului în galeria-ecluză.

La proiectarea unei stații auxiliare de ventilație, care se va monta în subteran, se va ține seama de următoarele:

— debitul de aer pe care îl va dezvolta ventilatorul din stația auxiliară trebuie să fie mai mic decît debitul de aer vehiculat de către ventilatorul principal montat la suprafață;

— regimul de funcţionare în comun a celor două ventilatoare (de la suprafaţă şi din subteran) se va stabili în funcţie de curbele caracteristice ale acestora şi respectiv în funcţie de rezistenţa circuitului;

— staţia auxiliară de ventilaţie din subteran trebuie să prezinte aceeaşi siguranţă în funcţionare ca şi staţia principală de ventilaţie de la suprafaţă, motiv pentru care se vor respecta prevederile instrucţiunilor anexă la N.P.M.I.M.

*

Sinteza rezultatelor cercetării efectuate de C.C.S.M.Petroşani a evidenţiat noi soluţii posibile de aplicat la minele din bazinul carbonifer Valea Jiului pentru creşterea securităţii şi confortului în subteran.

Aspecte privind dezechiparea lucrărilor miniere de cercetare geologică

Dr. ing. **I. Kalmár**
Intreprinderea de prospecţiuni şi explorări geologice „Maramureş" Baia Mare

Generalităţi

Excavaţiile miniere destinate cercetării structurilor purtătoare de acumulări de substanţe minerale utile sînt de multe ori lucrări cu caracter provizoriu, a căror utilitate ia sfîrşit o dată cu atingere ascopului propus: verificarea prezenţei unei structuri geologice, a unei zone mineralizate, interceptarea, conturarea şi probarea unui corp de substanţă minerală utilă ş.a. Chiar şi lucrările care sînt destinate să servească drept cale de acces în zăcămînt, în cazul în care acesta urmează să intre în exploatare, pot intra „în conservare" un timp oarecare, de regulă de ordinul anilor, pînă cînd reutilizarea lor după o prealabilă reamenajare devine oportună în cadrul exploatării miniere.

Cum majoritatea lucrărilor miniere în cursul săpării lor sînt dotate cu un echipament necesar în procesul de excavare, încărcare, transport şi pentru menţinerea configuraţiei golului realizat, respectiv al unui microclimat adecvat [1], odată cu terminarea lucrării, acestea devin disponibile şi trebuie recuperate. Aceasta cu atît mai mult cu cît, odată cu creşterea tehnicităţii execuţiei lucrărilor miniere, creşte şi complexitatea şi, implicit, valoarea acestor echipamente, a căror refolosire se înscrie pe linia economisirii mijloacelor materiale prin reutilizarea tuturor bunurilor ce se pot recupera.

Lucrări miniere destinate dezechipării

Demontarea echipamentului, transportul la zi şi unele măsuri de pregătire pentru a fi reutilizat, constituie, în ansamblu, activitatea de dezechipare a unei lucrări miniere.

Aşa cum se prezintă în tabelul 1, lucrările miniere destinate dezechipării cuprind o gamă variată de excavaţii miniere, inclusiv cele de suprafaţă. Unele din acestea sînt cele cu rezultate negative — inerente în cercetarea geologică. Altele, deşi au rezultate pozitive, nu pot servi în continuare nici dezvoltării altor lucrări de cercetare şi nici un sînt necesare în procesul de

Tabelul 1

Lucrări miniere de cercetare ce se pot dezechipa

Denumirea lucrării	Materialele ce se pot recupera
Şanţuri, derocări	Armături de lemn, acolo unde este cazul
Puţuri de mină	Susţinerea, podurile, scările, tubulatura de aeraj şi de perforare, crivacul
Galerii	Şina, conductele de aer comprimat şi de apă, tuburi de aeraj, cablurile electrice, de împuşcare, telefonice, şina c.f., traversele, macazele, plăcile turnante, platurile, o parte din susţinere
Suitori, plane înclinate ascendente	Conducte de aer şi apă, tuburi de aeraj, ţevi de semnalizare acustică, cabluri, calea de transport, susţinerea, podurile, gurile de rostogol
Puţuri de explorare, plane înclinate descendente	Conducte de aer şi apă, tuburi de aeraj, cabluri electrice, calea de transport sau moazele şi ghidajele, podurile, scările, instalaţia de la gura puţului
Camere de foraj	Tuburi de aeraj, conductele de apă, şinele c.f., susţinerea de lemn sau metalică, cablul electric
Firide, depozite şi alte excavaţii cu destinaţie specială	Binalele metalice sau de lemn, instalaţia electrică, tuburile de aeraj, eventual susţinerea metalică sau de lemn
Abatajele experimentale	Conductele de aer comprimat şi apă, tuburile de aeraj, covoarele de cauciuc sau PVC, gurile de rostogol ş.a.

exploatare. În fine, există lucrări care, deşi vor servi drept căi de acces în procesul de exploatare sau fac chiar parte din reţeaua lucrărilor de deschidere şi pregătire, trebuie să fie dezechipate întrucît nu sînt dotate cu echipament corespunzător sau echipamentul de care dispun s-ar degrada şi ar deveni inutilizabil la data la care se întrevede intrarea în exploatare a zăcămîntului şi ca urmare trebuie recuperat (fig. 1).

Aspecte oarecum similare apar şi în cazul dezechipării lucrărilor miniere din zonele epuizate ale unor zăcăminte, la sistarea activităţii de extracţie.

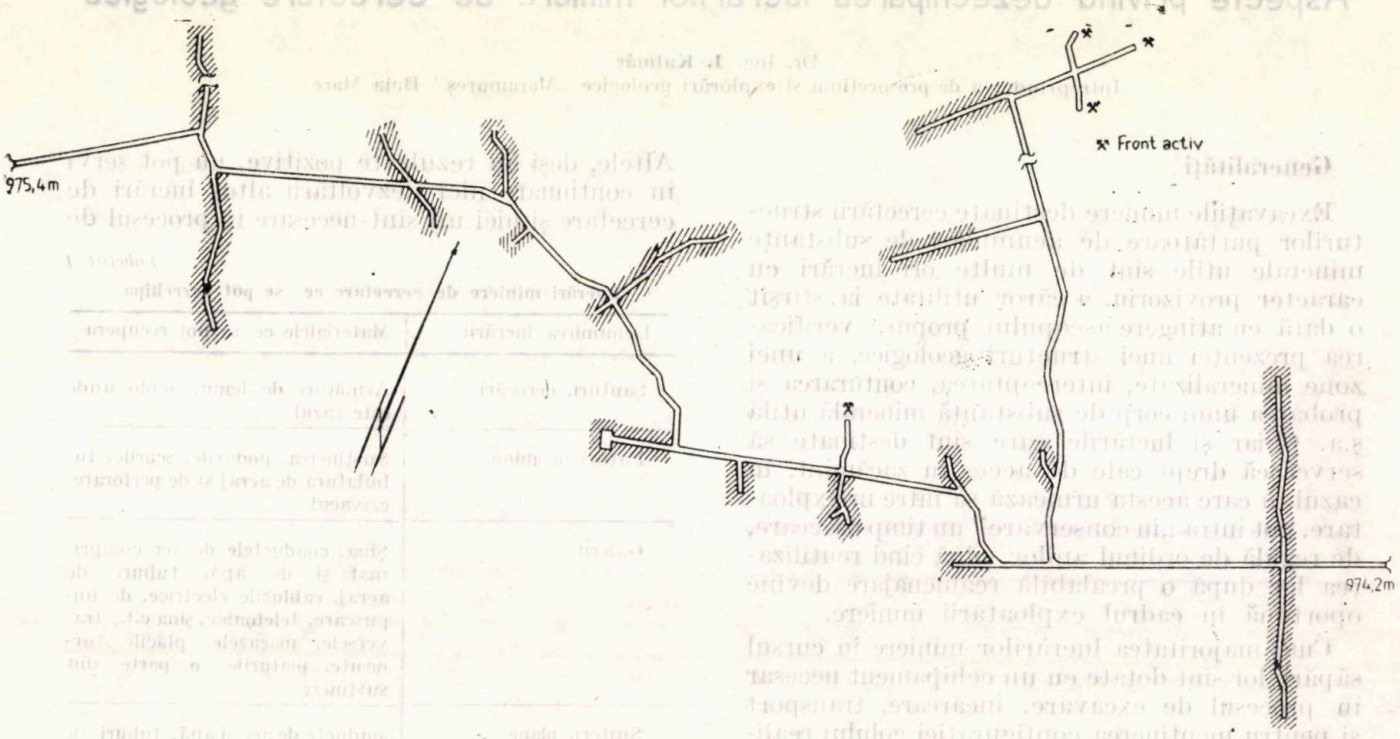


Fig. 1. Planul general (simplificat) al unui ansamblu de galerii de cercetare pentru minereuri (filoniene) de metale neferoase. Sînt haşurate lucrările destinate dezechipării

Materiale destinate dezechipării

Din punctul de vedere al posibilităţilor de refolosire, deosebim materiale (şi echipamente) recuperabile, parţial recuperabile sau nerecuperabile.

Cablurile şi instalaţiile electrice, inclusiv reţeaua de contact din galeriile electrificate, tubulatura de orice fel, inclusiv tuburile de aeraj, şinele de cale ferată, inclusiv mecanismele de manevră şi de semnalizare, covoarele de cauciuc sau de material plastic din abatajele experimentale, majoritatea pieselor de susţinere metalică cu caracter provizoriu, inclusiv stîlpii hidraulici, uşile de aeraj, scările şi grilajele de orice fel, gurile de rostogol metalice şi echipamentul metalic din puţuri, sînt obiecte recuperabile care, odată demontate şi scoase la zi sau la o rampă subterană, după curăţarea lor, controlul stării acestora şi eventuale recondiţionări sumare, pot fi reutilizate imediat. Materialele degradate rezultate în urma sortării pot fi recondiţionate în atelierele de specialitate sau se predau la centrele de colectare a materialelor recuperabile.

Piesele componente ale susţinerii în lemn, tronsoanele finale ale tubulaturii de aeraj, dispozitivele de fixare în rocă a unor echipamente (pilugi metalice, cîrlige, stufe, strîngători) şi traversele, inclusiv cele de beton armat, plăcile metalice pentru împuşcare (platuri), podurile din lucrările verticale, gurile de rostogol, firidele, suprastructura de lemn a puţurilor de cercetare, cablurile de oţel de orice fel constituie echipamente parţial recuperabile, fie din cauza uzurii lor naturale avansate, fie din cauza imposibilităţii recuperării lor integrale. De exemplu, lemnul de mină — după un timp — suferă degradări datorită nu atît efortului fizic, cît atacului de macro-şi micromicele, care găsesc un biotop deosebit de favorabil în microclimatul din excavaţiile subterane. Dacă o armătură din lemn de esenţă tare, în cazul lucrărilor de scurtă durată, poate fi răpită şi remontată de mai multe ori, la un an-doi devine inutilizabilă chiar şi ca lemn de foc (fig. 2).

În sfîrşit, susţinerile în beton şi în zidărie de orice fel, canalele şi platformele, digurile, ancorele şi plasele, torcretate sau nu, prin natura lor sînt nerecuperabile.

Organizarea lucrărilor de dezechipare

Dezechiparea este operativă și eficientă dacă se execută cît mai repede după sistarea lucrării miniere respective. Materialele lăsate în subteran, supuse acțiunii corozive a apelor de mină, suferă o degradare proporțională cu timpul (fig. 3), astfel încît după un timp nu mai este nici economică, nici posibilă dezechiparea lor. De asemenea, o dată cu trecerea timpului, în lucrarea minieră probabilitatea dezechilibrării rocilor și formarea surpăturilor crește, iar deblocarea lucrării necesită eforturi suplimentare.

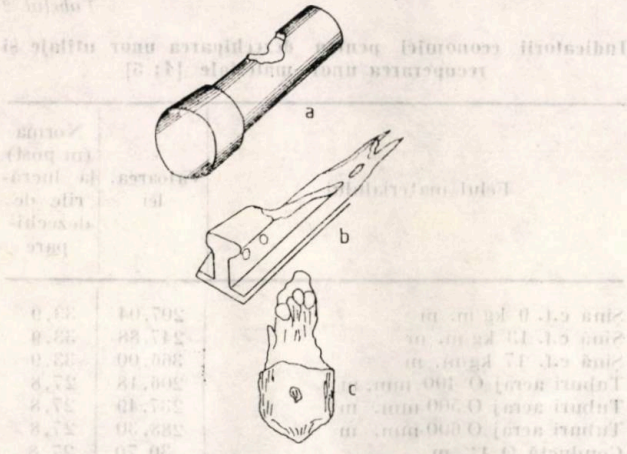


Fig. 2. Degradarea unor materiale în subteran: *a* — țeavă O 2″ găurită datorită percolării apei acide; *b* — șină de cale ferată atacată de apele de mină; *c* — în timp ce partea de jos a stîlpului de lemn al unei armături stînd sub apă s-a durificat păstrîndu-și structura inițială, partea de deasupra, suferind atacul unor fungii, s-a dezagregat complet

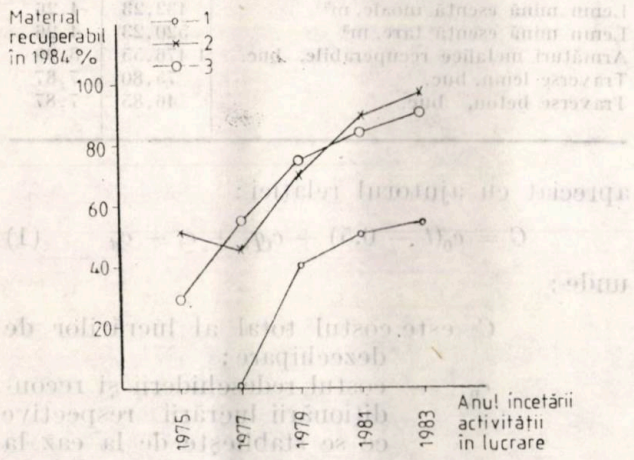


Fig. 3. Dependența cantității recuperabile la cîteva materiale în subteran de timpul scurs de la execuția lucrării: *1* — lemn de mină; *2* — șine c.f. 13 kg/m; *2* — tuburi de aeraj Ø500 mm (șantierul Tibleș, I.P.E.G. „Maramureș" Baia Mare, după [3])

Lucrările se dezechipează „în retragere", deci din front către intrare, cu excepția unor lucrări care au făcut joncțiune cu căi mai accesibile. Lucrările verticale se dezechipează de jos în sus, în cazul puțurilor, și de sus în jos, în cazul suitorilor.

La lucrările orizontale, ca ordine de execuție, se demontează întîi conductele (eventual și suporții acestora), echipamentul electric pe tronsoane, șina și traversele, pe panouri de linie, echipamentul de aeraj, pe tronsoane scurte și, în final, se răpesc susținerile, dacă este cazul.

La suitori, după demontarea conductelor, se procedează la răpirea armăturilor, cadru cu cadru. Pentru prevenirea surpării cerimii, ultimul pod se păstrează, iar la nevoie și alte poduri de siguranță bine fixate în pereți cu ajutorul pilugilor. Concomitent se demontează, burlan cu burlan, tubulatura de aeraj. La fel se procedează în cazul planelor înclinate ascendente.

Puțurile și planele înclinate, săpate descendent, se dezechipează de jos în sus. La puțuri se utilizează, de regulă, un pod mobil care, pe măsură ce lucrările de dezechipare avansează, se ridică cu ajutorul unor trolii manuale sau mecanice. Cînd volumul lucrărilor de dezechipare este redus — în special în cadrul șantierelor mici — dezechiparea se execută de formația de lucru care a executat lucrarea respectivă, în cadrul lucrărilor de întreținere. Acolo însă unde volumul de lucrări este mare — ca de ex. în cazul sistării activității unui raion minier cu mai multe orizonturi, se recomandă organizarea unei formații complexe de dezechipare, compusă dintr-un șef de lucrare (maistru, tehnician sau subinginer), șefi de echipă pentru fiecare loc de muncă și echipe cuprinzînd unul sau mai mulți lăcătuși, un electrician de mină, doi sau trei muncitori, dintre care cel puțin unul cu calificare de miner, respectiv doi sau patru vagonetari. La rampă sau la suprafață se organizează un punct de sortare, depozitare și expediere a materialelor recuperate, necesitînd 2—4 muncitori.

În figura 4 se prezintă ciclograma unei formații de lucru organizată pe trei schimburi, inclusiv activitatea de la punctul de sortare-

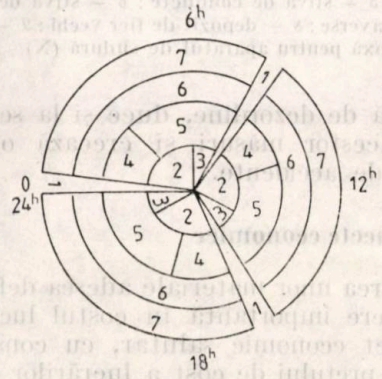


Fig. 4. Ciclograma unei formații de lucru de dezechipare: *1* — instructaj, controlul locului de muncă; *2* — echipa de mecanici desface conductele de aer comprimat și de apă; *3* — aceeași echipă demontează tuburile; *4* — echipa de mineri dezechipează calea ferată; *5* — aceeași echipă răpește armăturile; *6* — echipa de transport; *7* — echipa de la rampa de descărcare, sortare și recondiționare

depozitare pentru lucrări de dezechipare ce se desfășoară în lucrările la care activitatea nu a fost întreruptă.

În cazul lucrărilor cu activitate întreruptă pe mai mult de 6 luni, dezechiparea este precedată de recondiționarea lucrării: copturirea, înlăturarea materialului scurs, desfundarea canalului, înlocuirea susținerii necorespunzătoare, deblocarea zonelor cu surpări ș.a.

Organizarea activității de dezechipare necesită, în toate cazurile, un punct de colectare a materialelor rezultate. Aceste puncte se organizează fie în subteran, într-un spațiu suficient de încăpător la intersecția cu lucrarea activă (galerii duble, breșe, camere vechi de foraj subteran), sau pe lîngă rampele puțului la orizontul respectiv, fie la suprafață, pe halda lucrării dezechipate sau în cadrul incintei miniere. Un astfel de punct cuprinde o cale de transport cu posibilitatea efectuării manevrelor, una sau mai multe rampe pentru descărcarea, verificarea, curățarea și eventual recondiționarea materialelor și spații de depozitare, pe tipuri de materiale și sortimente, cu acces asigurat pentru mijloacele de transport (fig. 5). Abandonarea la întîmplare a materialelor rezultate din dezechipare, în speranța unei sortări și recondiționări ulterioare, pe lîngă o impresie

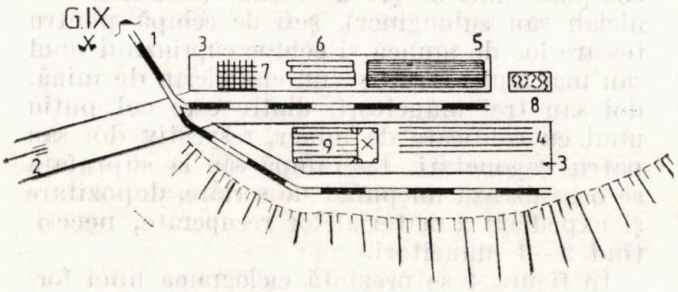


Fig. 5. Organizarea unui punct de descărcare, sortare și depozitare la gura unei galerii de coastă:
1 — calea ferată; *2* — drumul de acces; *3* — rampă; *4* — stivă de șine; *5* — stivă de conducte; *6* — stivă de tuburi; *7* — stivă de traverse; *8* — depozit de fier vechi; *9* — șopron cu boxă pentru aparatul de sudură (X)

dezagreabilă de dezordine, duce și la scăderea eficienței acestor măsuri și creează o sursă potențială de accidente.

Cîteva aspecte economice

Recuperarea unor materiale adesea deficitare și cu pondere importantă în costul lucrărilor are un efect economic salutar, cu consecințe atît asupra prețului de cost a lucrărilor executate, cît și asupra gospodăririi mijloacelor materiale din dotarea unităților de cercetare geologică.

Activitatea de dezechipare necesită cheltuieli proporționale cu volumul lucrărilor dezechipate și cu timpul ce s-a scurs de la sistarea activității și pînă la desfășurarea lucrărilor de dezechipare.

În cazul lucrărilor vechi, cu activitate sistată de peste 6 luni, costul dezechipării poate fi

Tabelul 2

Indicatorii economici pentru dezechiparea unor utilaje și recuperarea unor materiale [4; 5]

Felul materialului	Valoarea, lei	Norma (m/post) la lucrările de dezechipare
Șină c.f. 9 kg/m, m	207,04	33,9
Șină c.f. 13 kg/m, m	247,88	33,9
Șină c.f. 17 kg/m, m	366,00	33,9
Tuburi aeraj Ø 400 mm, m	206,18	27,8
Tuburi aeraj Ø 500 mm, m	237,49	27,8
Tuburi aeraj Ø 600 mm, m	288,30	27,8
Conductă Ø 1″, m	30,70	27,8
Conductă Ø 2″, m	47,83	27,8
Conductă Ø 4″, m	70,12	16,1
Conductă Ø 6″, m	209,70	16,1
Cablu electric 0,4 kV, m	243,35	625,5
Cablu electric 6 kV, m	281,25	625,5
Cablu telefonic, m	21,10	625,5
Cablu pentru împușcare, m	12,05	—
Lemn mină esență moale, m³	432,23	4,26
Lemn mină esență tare, m³	520,23	4,26
Armături metalice recuperabile, buc.	1 476,55	3,99
Traverse lemn, buc.	75,80	7,87
Traverse beton, buc.	46,85	7,87

apreciat cu ajutorul relației:

$$C = c_0(t - 0{,}5) + c_i q_i + c_l + c_d \qquad (1)$$

unde:

C este costul total al lucrărilor de dezechipare;

c_0 — costul redeschiderii și recondiționării lucrării respective ce se stabilește de la caz la caz, în funcție de gradul de conservare a lucrării miniere. Valoarea lui c_0 poate varia pe un ecart foarte larg de la cîteva mii lei/an pînă la un milion lei/an, la lucrările de mari dimensiuni și în condiții dificile;

t — timpul, ani;

c_i — costul unitar al dezechipării materialului i (Valoarea lui c_i se găsește în normative și cele mai importante sînt date în tabelul 2);

q_i — cantitatea de material i ce urmează să se dezechipeze. Volumul fizic al materialelor existente în lucrarea minieră respectivă rezultă din

procesele verbale de recepție, se poate estima pe baza normelor de deviz [5] sau se poate stabili prin înregistrarea volumelor efectiv existente pe teren în cazul lucrărilor vechi accesibile;

c_t — cheltuieli de transport ce se pot stabili în funcție de cantitatea materialului, de distanță, de natura materialului și tipul mijlocului de transport (vagonet manual, convoi mecanizat sau electrificat, crivac, troliu, mașină de extracție);

c_d — cheltuieli privind sortarea, recondiționarea și depozitarea materialului, rezultînd, în principal, din retribuția muncitorilor de la punctul respectiv de lucru și eventual chiria pentru spațiul utilizat.

Cheltuielile C trebuie să fie mai mici sau cel mult egale cu valoarea materialului recuperat V, rezultînd din următoarea relație:

$$V = \sum_{i=1}^{n} p_i q_i r_i + V_r, \qquad (2)$$

în care

p_i este costul unitar al materialului i conform catalogului republican de prețuri;

q_i — cantitatea de material i rezultat din dezechipare;

r_i — coeficientul de recuperare a materialului i ce se apreciază după o măsurătoare prealabilă pe teren și poate fi determinat cu relația:

$$r_i = \frac{qv_i}{q_i}, \qquad (3)$$

qv_i reprezentînd cantitatea de material i valorificabil după o recondiționare sumară; r_i variază între 0,05 (lemn de mină, șine în ape acide) și 0,98 (cabluri electrice, confecții metalice);

V_r — valoarea materialelor-deșeu rezultate din sortare (fier vechi sau alte metale, lemn de foc ș.a.)

În cazul în care $C > V$ dezechiparea este considerată neeconomică.

Pentru stimularea subunităților în efectuarea lucrărilor de dezechipare se obișnuiește ca, în cadrul cotei de materiale ce urmează să se consume în cursul unei perioade date, să se prevadă — în mod expres — cantitatea (fizică și valorică) de materiale ce vor rezulta din dezechipări, specificîndu-se lucrările ce se vor dezechipa și alocîndu-se, în cadrul planului de lucrări, volumul valoric ce reprezintă costul dezechipărilor.

Alte măsuri la lucrările dezechipate

Înainte de retragerea definitivă dintr-o lucrare dezechipată, de regulă, concomitent cu desfășurarea dezechipării, echipa geologică trece la prelevarea ultimelor probe care, la data executării lucrării sau ulterior, nu s-au luat dintr-un motiv sau altul, verifică corectitudinea cartării și eventual recartează zonele devenite vizibile o dată cu răpirea unor armături, cu respectarea normelor de protecție a muncii [2]. Acolo unde este necesar, se trece la rambleierea lucrării (de ex. șanțuri și puțuri de suprafață, galerii și suitori executate în zona unor viitoare cariere etc.). Rambleierea poate fi realizată cu materiale de la suprafață, din alte lucrări sau din mori de rambleu. Cînd există pericol de autoaprindere, de inundare sau de scurtcircuitare a aerajului minei, pe lucrarea abandonată se construiesc diguri corespunzătoare.

Conform instrucțiunilor în vigoare [2], lucrările vechi se închid cu diguri, uși sau grilaje, specificîndu-se acest lucru pe table avertizoare.

Cînd lucrarea dezechipată este o galerie de coastă, se procedează la închiderea gurii prin răpirea armăturilor de la intrare și surparea intenționată a rocilor de suprafață pentru a se preveni accidentele cauzate de „vizitele" făcute de persoane neautorizate în astfel de lucrări.

Bibliografie

[1] Popescu, V. *Săparea lucrărilor subterane*. Ed. tehnică, București, 1980.

[2] * * * *Norme de protecția muncii pentru industria minieră*. Ministerul Minelor, București, 1981.

[3] * * * Procesele verbale de recepție lunare ale lucrărilor geologice. Arh. I.P.E.G. Maramureș, Baia Mare.

[4] * * * *Norme de muncă pentru activitatea în subteran pentru regim normal de lucru*. Ministerul Geologiei, 1983.

[5] * * * Legea 3 — *Prețuri unitare pentru lucrări geologice miniere*. Ministerul Geologiei, 1983.

Drenarea apei din iazurile de decantare prin filtrare capilară orizontală

Marina Mihali, Genuța Cristian, M. Florea
Universitatea București

Introducere

Drenarea apei din iazurile de decantare reprezintă o cale importantă de îmbunătățire a stabilității acestora și de creștere a fiabilității în exploatare. Drenarea prin filtrare capilară orizontală reprezintă o formă nouă de drenaj pentru care prezentăm primele rezultate.

Lucrarea cuprinde o serie de experiențe de laborator, primele în literatura de specialitate, efectuate pe nisipuri recoltate din plaja iazului de decantare Tărnicioara de la Exploatarea de preparare Tarnița. Acest iaz a depășit înălțimea de 60 m, fiind în prezent cel mai mare iaz de decantare, în funcțiune, din industria minieră.

Experiențele au fost efectuate în laboratorul de mecanica rocilor al Universității din București, folosind capilarimetrul din figura 1, con-

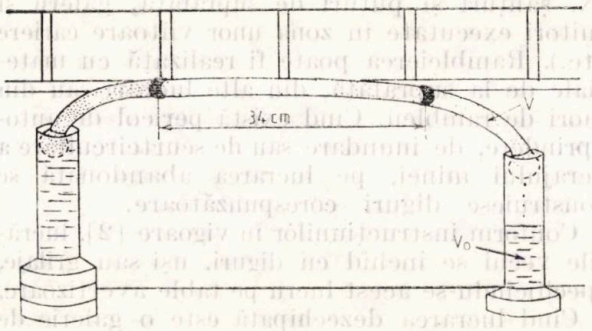


Fig. 1. Capilarimetru orizontal

struit în acest scop, avînd diametrul de 20,5 mm și porțiunea orizontală de filtrare 34 cm lungime.

Analiza granulației

Analiza granulației (fig. 2) arată că sîntem în prezența unui nisip fin-mediu, uniform, coeficientul de neuniformitate fiind $U_n = 2{,}5$.

Densitatea nisipului

Densitatea se calculează cu relația:

$$\rho_s = \frac{M_1}{M_1 + M_2 - M_3}\rho_w, \qquad (1)$$

în care:

ρ_s este densitatea, g/cm³;
M_1 — masa nisipului introdus în picnometru, g;
M_2 — masa picnometrului plin cu apă pînă la reper, g;
M_3 — masa picnometrului + nisip + apă pînă la reper, g;
ρ_w — densitatea apei, g/cm³.

Au fost efectuate trei determinări de densitate, trecute în tabelul 1, pe baza cărora se

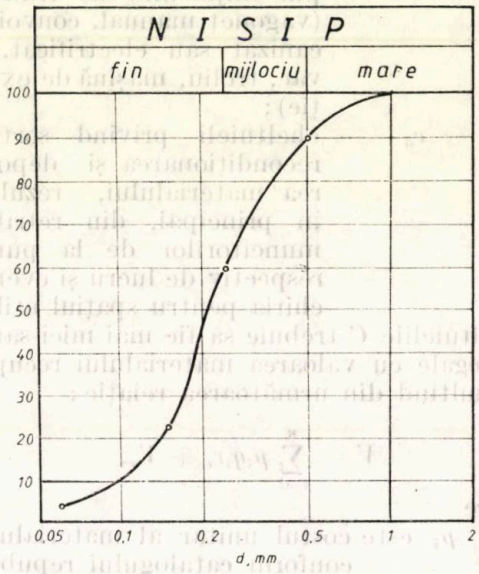


Fig. 2. Analiza de granulație

Tabelul 1

Densitatea

Exp.	M_1, g	M_2, g	M_3, g	$\rho_s = \frac{M_1}{M_1 + M_2 - M_3}\rho_w$, g/cm³
1	18,40	144,62	156,85	2,98
2	20	144,62	158,20	3,15
3	20	144,62	157,55	2,83

$\rho_w = 1$ g/cm³

poate aprecia că valoarea medie a densității nisipului din iazul de decantare Tărnicioara este $\rho_s \approx 3$ g/cm³.

Densitatea aparentă și porozitatea

Capilarimetrul folosit pentru filtrarea capilară orizontală are masa $M = 199$ g și volumul $V = 210$ cm³. Se încarcă capilarimetrul cu nisip în stare uscată și se vibrează pentru a se realiza o stare cît mai îndesată. Raportînd masa nisipului din capilarimetru M_s la volumul acestuia V, se obține densitatea aparentă în stare

uscată. Cunoscînd masa nisipului uscat M_s, densitatea ρ_s și volumul capilarimetrului V, se calculează porozitatea nisipului cu relația :

$$n = 1 - \frac{M_s}{\rho_s V}, \qquad (2)$$

în care M_s se exprimă în grame, ρ_s în g/cm³ și V în cm³.

Datele de laborator sînt trecute în tabelul 2 în care se vede că densitatea aparentă în stare uscată este $\rho_d = 1{,}80-1{,}85$ g/cm³, iar

Tabelul 2

Porozitatea

Exp.	M_s, g	$\rho_d = \frac{M_s}{V}$, g/cm³	$n = 1 - \frac{M_s}{\rho_s V}$, %
1	389	1,85	38
2	385	1,84	39
3	382	1,82	39,5
4	378	1,80	40

$\rho_s = 3$ g/cm³ ; $V = 210$ cm³

porozitatea nisipului $n = 38-40\%$. Pentru porozitatea de 40%, indicele porilor este $e = 0{,}67$, ceea ce înseamnă că nisipul (nisip fin) se află în stare de îndesare medie ($e = 0{,}60-0{,}75$).

Viteza de filtrare capilară orizontală

Aducînd capilarimetrul în contact cu un vas cu apă, în nisip s-au succedat fazele de migrație, saturație și filtrare capilară. În aceste experiențe migrația și saturația capilară au durat, în medie la fiecare experiență, împreună, circa 15 ore. După încheierea saturației, marcată prin apariția primelor picături de apă filtrată, s-a trecut la măsurarea elementelor necesare calculului vitezei de filtrare capilară. Aceste elemente sînt :

V_0 — volumul de apă filtrat prin capilaritate (fig. 1) ;

t — timpul în care s-a filtrat volumul V_0.

Filtrarea capilară s-a continuat, în fiecare experiență, pînă la realizarea unui volum de apă $V_0 \simeq 75-100$ cm³. Datele fiecărei experiențe sînt trecute în tabelul 3, pe baza cărora s-au estimat viteza medie v și viteza reală de filtrare v_r, folosind relațiile :

$$v = \frac{V_0}{S \cdot t} \ldots\ldots \qquad (3)$$

$$v_r = \frac{v}{n} \ldots\ldots \qquad (4)$$

în care V_0 se exprimă în cm³; S=3,3 cm² — secțiunea capilarimetrului; v, cm/s; n, porozitatea în fracțiuni de unitate; v_r, cm/s.

Viteza reală de filtrare este de circa $3{,}5 \cdot 10^{-4}$ cm/s (tab. 3).

Tabelul 3

Viteza reală de filtrare

Exp.	V_0, cm³	t, ore, min	$v = \frac{V_0}{S \cdot t}$, cm/s	n, %	$v_r = \frac{v}{n}$, cm/s
1	62	49 h 55′	$1{,}05 \cdot 10^{-4}$	38	$2{,}76 \cdot 10^{-4}$
2	75	52 h	$1{,}21 \cdot 10^{-4}$	39	$3{,}1 \cdot 10^{-4}$
3	107	62 h	$1{,}45 \cdot 10^{-4}$	38,5	$3{,}76 \cdot 10^{-4}$
4	126	48 h	$2{,}2 \cdot 10^{-4}$	40	$5{,}5 \cdot 10^{-4}$

$S = 3{,}3$ cm², în calcul t se introduce în secunde.

Pentru a estima debitul de apă drenat prin capilaritate se pleacă de la secțiunea de filtrare $s_0 = h_0$ (fig. 3), h_0 fiind înălțimea zonei saturate capilar, de grosime unitară.

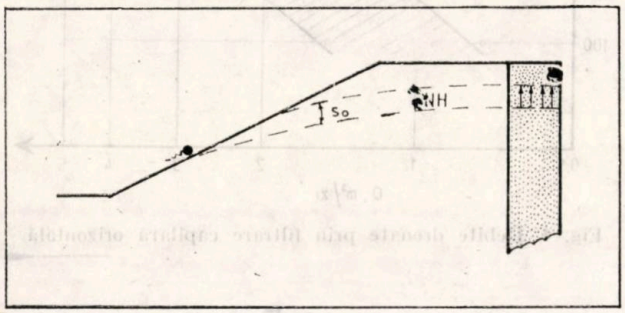


Fig. 3. Secțiunea de filtrare capilară

Estimarea debitului drenat prin capilaritate

Pe cale experimentală se cunoaște că înălțimea zonei saturate capilar h_0 reprezintă circa $\frac{1}{4}$ din înălțimea totală de ridicare a apei prin capilaritate. Se cunoaște, de asemenea, că filtrarea capilară se produce numai în limitele înălțimii h_0 arătată mai înainte. Adoptarea unei valori $h_0 = 25$ cm, de exemplu (adică $s_0 = 25$ cm²), corespunde unei înălțimi de ridicare capilară de 1 m, ceea ce se întîlnește frecvent la nisipuri. Pe baza vitezei de filtrare v_r de mai înainte, în ipoteza $s_0 = 25$ cm², debitul unitar este :

$$q = v_r s_0 = 3{,}5 \cdot 10^{-4} \cdot 25 = 8{,}75 \cdot 10^{-3} \text{/cm} \cdot \text{s}.$$

Avînd în vedere că lungimea la coronament a iazurilor de decantare din țara noastră este de maximum $L = 300$ m, ar rezulta, pentru iazuri de diferite mărimi, următoarele debite de apă drenate prin capilaritate $Q = q \cdot L$:

— pentru $L = 100$ m $\Rightarrow Q = 8{,}75 \cdot 10^{-3} \cdot 10\,000 = 87{,}5$ cm³/s $= 0{,}755$ m³/zi;

$L = 200$ m $\Rightarrow Q = 8{,}75 \cdot 10^{-3} \cdot 20\,000 = 175$ cm³/s $= 1{,}51$ m³/zi;

$L = 300$ m $\Rightarrow Q = 8{,}75 \cdot 10^{-3} \cdot 30\,000 = 262{,}5$ cm³/s $= 2{,}26$ m³/zi.

Pentru nisipurile fine, a căror înălțime capilară atinge 2—2,5 m, zona saturată capilar reprezintă $h_0 \simeq 50$ cm. În acest caz, debitul unitar este :

$$q = v_r s_0 = 3{,}5 \cdot 10^{-4} \cdot 50 = 1{,}75 \cdot 10^{-2} \text{cm}^3/\text{s} \cdot \text{cm}.$$

Luînd în considerare aceleași lungimi la coronament L, de mai sus, debitul total drenat prin capilaritate va fi :

$L = 100$ m $\Rightarrow Q = 1{,}75 \cdot 10^{-2} \cdot 10\,000 = 1{,}51 \text{m}^3/\text{zi}$;

$L = 200$ m $\Rightarrow Q = 1{,}75 \cdot 10^{-2} \cdot 20\,000 = 3{,}02 \text{m}^3/\text{zi}$;

$L = 300$ m $\Rightarrow Q = 1{,}75 \cdot 10^{-2} \cdot 30\,000 = 4{,}53 \text{m}^3/\text{zi}$.

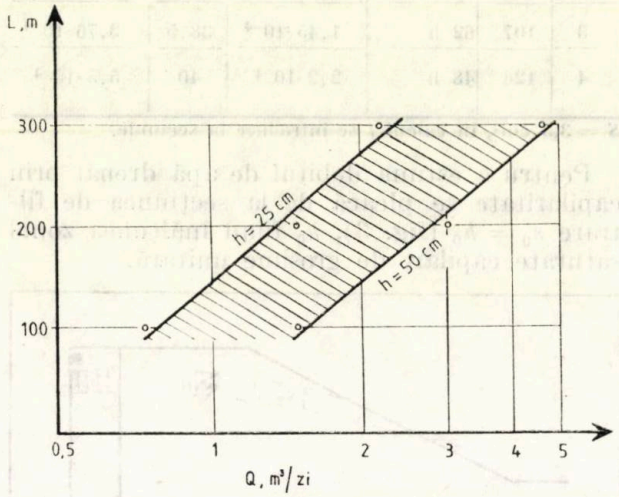


Fig. 4. Debite drenate prin filtrare capilară orizontală

Debitele de apă drenate din iazurile de decantare prin filtrare capilară orizontală, estimate mai înainte, sînt ilustrate în figura 4. Diagrama are o semnificație generală, ea permițînd determinarea debitelor drenate prin filtrare capilară orizontală pentru orice tip de iaz de decantare (iazuri de vale) cu lungimea la coronament între 100 și 300 m.

*

Filtrarea capilară orizontală, de care ne-am ocupat în această lucrare, reprezintă, după cunoștințele noastre, prima aplicare practică în literatura de specialitate pe baza căreia s-a ajuns la cunoașterea vitezei reale de filtrare capilară orizontală, ca ordin de mărime, pentru nisipuri fine.

Drenarea apei din iazurile de decantare prin filtrare capilară orizontală constituie, de asemenea, un prim pas realizat pentru cunoașterea debitului de apă drenat pe această cale.

Energia geotermă din județul Timiș

Dr. hidrg. **O.D. Simuț**, ing. **H. Pintea**
Schela de producție petrolieră Șandra

Introducere

Efectuate pe parcursul ultimilor 20 de ani, cercetările pentru cunoașterea potențialului geotermal al României au scos în evidență că vestul țării, mai precis Cîmpia de vest, dispune de importante resurse geotermale. În repartiția teritorială a lor se admite că sectorul sudic al acestei unități de relief, aferent județului Timiș, dispune de 47,5% și devansează toate celelalte sectoare ce o compun (I. Zahiu, 1979).

De notat că măsurătorile executate prin forajele de prospecțiuni pentru țiței au permis, încă acum 10 ani, calcularea valorii gradientului geotermic mediu din sud-estul Depresiunii panonice (D. Paraschiv și M. Cristian, 1975). Egală cu $5{,}55°\text{C/m} \times 10^{-2}$, această valoare este un principal argument al ipotezei existenței unei energii geoterme de interes economic în Cîmpia Banatului.

Bazat pe o complexă literatură de specialitate consultată, precum și pe cercetarea efectuată pe teren, lucrarea are drept scop prezentarea succintă a principalelor componente ale potențialului geotermic din județul Timiș, respectiv :

— zăcămintele cu apă caldă (de energie joasă) ;
— rocile calde și uscate.

Zăcămintele cu apă caldă (de energie joasă)

Lucrările efectuate prin foraje hidrogeologice au identificat în județul Timiș 22 areale reprezentative cu ape geotermale. Colectorii lor sînt dezvoltați în formațiuni aparținînd : fundamentului (arealele Șandra, Cherestur, Banloc etc.), cretacicului (Sînmartinu Maghiar, Giulvăz) și miocenului (Variaș, Sînnicolau Mare, Cebza, Checea etc.), panonianului inferior (Timișoara, Șandra, Satchinez, Cherestur, Iecea Mare etc.), panonianului superior (Sînnicolau Mare, Lovrin, Jimbolia, Beba Veche etc.). Cel mai important potențial de debitare îl au colectorii situați în depozitele panonianului superior (O.D. Simuț, 1981).

Din colectorii menționați, în prezent, se pot capta zilnic circa 65 000 m³ ape cu temperaturi cuprinse între 20 și 90°C.

Cu privire la originea apelor, se apreciază că unele sînt ape de zăcămînt (cele captate din formațiuni aparținînd fundamentului, cretacicului etc.), iar altele, amestecuri în diferite proporții (funcție de adîncime, poziția față de zăcămintele de hidrocarburi, litologie, prezența gazelor etc.) ale acestora cu apele vadoase, fiind prezente îndeosebi în depozitele panonianului superior.

Pe baza debitelor și temperaturii apelor captate prin forajele executate în arealele cu zăcămintele de energie joasă și ținînd cont că în procesele industriale de valorificare a căldurii apelor limita de utilizare economică este de 40°C, s-a calculat, pentru 20 areale din județul Timiș, echivalentul energetic al apelor geotermale la nivelul acestei temperaturi de referință. Se impune a preciza că în calcul s-a luat pentru fiecare sondă debitul optim de regim, iar echivalentul energetic se exprimă în tone combustibil convențional pe zi sau an.

Valorile cele mai mari sînt prezentate în arealele: Sînnicolau Mare, Tomnatic, Lovrin și Jimbolia. Aceste patru areale, cumulate, reprezintă aproape 70% din valoarea calculată la nivelul întregului județ. Apele termale captate în limitele lor provin din colectorii panonianului superior (pontian), au temperaturi medii de 80°C (79°C la sonda 1581 Jimbolia — minimă și 85°C la sonda 4637 Tomnatic — maximă) și mineralizări totale cuprinse între 3,38 și 4,57 g/l.

O a doua grupă, a valorilor medii, include arealele: Cherestur, Grabaț, Teremia Mare, Saravale și Variaș, în care apele termale sînt captate îndeosebi din depozitele panonianului superior (pontian), avînd temperaturi între 60°C (arealul Variaș) și 90°C (arealul Cherestur), iar mineralizările totale între 2,48 și 6,70 g/l.

Grupa a treia, cu valori mici ale echivalentului energetic, cuprinde arealele în care apele termale captate provin din depozite aparținînd fundamentului, miocenului, panonianului inferior și panonianului superior, cu temperaturi de 50—80°C și mineralizări cuprinse între 1,33 și 2,92 g/l.

Rocile calde și uscate

Prezența lor este legată de caracteristicile tabloului fizico-geologic actual din Cîmpia Banatului. Reținatenția, în mod deosebit, particularitățile: grosimea redusă a scoarței (25—30 km); poziția elevată a stratului de înaltă conductivitate (HCL=40—60 km), ca și a zonei cu viteze reduse (ZVM=80—88 km); flux termic ridicat (80—120 mW/m²), manta superioară cu proprietăți anomale, respectiv viteză de propagare a undelor elastice și densitate cu valori mai mici decît cele obișnuite; temperatura la adîncimea de 30 km depășește 800°C; fluxul termic la nivelul mantalei superioare intervine cu mai mult de 50% în valoarea fluxului termic determinat la suprafață (M. Visarion și M. Săndulescu, 1979). De asemenea, notăm că teritoriul luat în studiu aparține unei anomalii a gravității și a alteia magnetice (caracterizate prin mai multe maxime locale), el fiind afectat de o serie de fracturi (Șt. Airinei și A. Pricăjan, 1977).

În esență, toate cercetările efectuate leagă geneza fluxului geotermic ridicat din Cîmpia Banatului de particularitățile scoarței și mantalei superioare.

Referitor la anomaliile geotermice locale și formele de manifestare ale acestui flux geotermic, se apreciază că ele sînt condiționate de un complex de factori, printre care ar fi: conductivitatea termică a rocilor, georadioactivitatea, poziția față de liniile rupturale, condițiile de acumulare și conservare temporară a energiei geotermice, prezența unor corpuri intrusive și circulația apelor subterane etc.

În etapa actuală, cele mai cunoscute sub aspect geotermic sînt arealele Șandra, Variaș, Satchinez și Băile Calacea, unde se admite că anomaliile geotermice locale își extrag energia din volumul unui corp granitic ridicat (Șt. Airinei, 1977), localizat în arealul Băile Calacea, cel mai aproape de suprafață (O.D. Simuț, 1981).

Măsurătorile de temperatură executate prin sondele de hidrocarburi au pus în evidență o serie de fenomene ce merită interes din punct de vedere geotermic. Astfel, în arealul Băile Calacea, sondele executate cu talpa în eruptiv au identificat un gradient geotermic de 6,75°C/m $\times 10^{-2}$, superior celui conturat de cele rămase cu talpa în cristalin (6,28°C/m $\times 10^{-2}$).

În contextul acestor constatări, apreciem că rocile calde și uscate din arealul menționat ar fi reprezentate de rocile eruptive care, avînd o conductivitate termică ridicată, transmit spre suprafață energia geotermă generată de particularitățile scoarței și mantalei superioare. Fenomenul constatat în arealul Băile Calacea a fost întîlnit și la Românești, în estul județului Timiș unde, prin caracterul lor de roci uscate și calde, rocile eruptive determină absența fenomenului de îngheț la sol pe circa 3 km² și asigură menținerea constantă a temperaturii izvorului natural Balta Caldă (17,5°C; debit mediu de circa 50 l/s).

De asemenea, notăm că și în estul Cîmpiei Banatului, forajele executate cu talpa în roci eruptive au conturat temperaturi superioare celor puse în evidență de foraje rămase cu talpa în sedimentar (cazul sondelor săpate la Zăbrani, Chesinț etc.).

Pe baza celor expuse, apreciem că rocile eruptive întîlnite de foraje în județul Timiș, în Cîmpia Banatului și în arealul Românești, ar avea caracterul de roci calde și uscate.

Dat fiind gradul redus de cunoaștere al acestei componente, a potențialului geotermic, la nivelul județului în studiu, se menționează că sub aspect economic trebuie avut în vedere, într-o primă etapă, corpul eruptiv de la Băile Calacea, în care, la 2 000 m temperatura ar fi de circa 155°C. În alte studii (D. Paraschiv și M. Cristian, 1975), pentru acest areal, la adîncimea de 2 000 m, sînt estimate 147°C,

fiindu-i calculată cea mai mică treaptă geotermică (15,2 m/°C) și cel mai ridicat gradient geotermic (6,66°C/m $\times 10^{-2}$ din întreg sud-estul Depresiunii panonice.

Concluzii

Succinta trecere în revistă a energiei geoterme din județul Timiș conturează două aspecte care socotim că merită interes.

1. Deși parțial cunoscute, zăcămintele cu apă caldă (de energie joasă) au o importanță deosebită, dat fiind faptul că utilizarea lor permite economisirea unor mari cantități de combustibili clasici. Cu toate greutățile care apar în folosirea în scopuri energetice a apelor geotermale, respectiv faptul că sînt corosive, sînt însoțite de fenoli, unele depun cruste etc., rezultatele obținute la Tomnatic, Lovrin, Jimbolia și Sînnicolau Mare relieffează că această nouă formă de energie neconvențională este rentabilă sub aspect economic și, în atare condiții, s-ar impune: intensificarea lucrărilor de cercetare prin foraje mai ales la sud de Bega Veche, unde sonde de prospecțiuni (Foeni, Giulvăz, Ciavoș etc.) au identificat ape termale; cercetarea în detaliu a fenomenului hidrogeotermal în arealele situate la vest de linia ce ar uni localitatea Checea cu stațiunea Băile Calacea; începerea unor lucrări de prospecțiuni hidrogeotermale în estul județului.

2. Observațiile făcute prin numeroase foraje arată că în Cîmpia Banatului rocile eruptive s-ar comporta ca roci calde și uscate. De asemenea, fenomenul ar fi prezent și în arealul Românești, din estul județului Timiș.

Socotim util ca în cadrul programului de cercetare și valorificare a resurselor energetice geotermice să se studieze și acest fenomen și să se stabilească și modalitățile practice de captare a căldurii rocilor (ciclul deschis-alimentare cu apă rece; ciclul închis, cu reinjecție și schimbător de căldură; sistem termo-sifon etc.).

Bibliografie

[1] Airinei, Șt. *Geofizica pentru geologi*. Ed. tehnică, București, 1979

[2] Airinei, Șt., Pricăjan, A. *Cadru conceptual pentru investigarea complexă a termalizării apelor subterane din Cîmpia de vest a României*. Comunicări, secția geologie, p. 101—121, Universitatea București, 1977.

[3] Airinei, Șt. *Potențialul geotermic al subsolului României*. Ed. științifică și enciclopedică, București, 1981.

[4] Cermak V. ș.a. *Geothermal mapping in Central and Eastern Europe*. Ann. Inst. Geol. Publ. Hung., LIX, p. 612—631, Budapest, 1979

[5] Paraschiv, D., Cristian, M. *Cu privire la particularitățile regimului geotermic din sud-estul Depresiunii Pannonice*. Revista Mine, Petrol și Gaze, vol. 26 nr. 3, p. 101—105, București.

[6] Simuț, O. D. *Apele minerale și termominerale din Cîmpia și Dealurile Banatului. Valorificarea lor economică*. Teză de doctorat, Univ. Babeș-Bolyai Cluj-Napoca, 1981.

[7] Visarion, M., Săndulescu, M. *Structura subasmentului Depresiunii pannonice în România (sectoarele central și sudic)*. Stud. cerc. geol., geofiz., geogr., Geofizica, 17, 2, p. 191—201, București.

[8] Zahiu, I. *Informare privind stadiul actual de cunoaștere a resurselor geotermale din România*. Arh. I.F.L.G.S., București.

Considerații petrologice în legătură cu formarea pegmatitelor din batolitul Leu-Balș-Mogoșești

Prof. dr. ing. **I.D. Pârcălăbescu**
asist. ing. **I. Nistor**
Institutul de petrol și gaze Ploiești

În două lucrări anterior publicate am prezentat compoziția chimico-mineralogică a unor carote extrase: din zona nordică a batolitului de la Balș [11], în perimetrul definit (fig. 6) de sondele 3004 Oporelu-2420 Priseaca-921 Mogoșești și din zona sudică [12] din sonda 4207 Leu. Poziția din spațiu a carotelor din zona nordică ne-a permis să ilustrăm, în figura 1, pe baza diagrafiilor geofizice, partea de deasupra a eruptivului, iar în zona sudică, în sonda 4207 Leu, carotele se distribuie pe o grosime de 775 m (tab. 1) și cuprind tot partea superioară a eruptivului.

Atît analizele fizico-chimice-microstructurale, cît și diagrafiile geofizice scot în evidență diferențieri în alcătuirea structurală a eruptivului analizat, diferențieri ce se cer a fi explicate și acesta este scopul prezentei lucrări.

Vom începe cu diferențierile puse în evidență de fracțiunile mineralelor grele din carotele investigate, fracțiuni care participă cu ponderi diferite în carotele cercetate (tab. 1).

În tabelul 2 se scoate în evidență variația din compoziția chimică a acestor fracțiuni, prin parametrul spectral $I_t - I_f$ al analizei chimico-spectrale de emisie, metoda semicantitativă [11; 12].

În ceea ce privește gradul de participare a mineralelor grele, se observă o concentrare a lor în anumite zone de sub nivelul de la contactul cu metamorficul (fig. 1), în zona de contact apărînd un domeniu mai sărac în mine

rale grele. Carota de la adîncimea de 2 940 m din sonda 4207 Leu își reduce simțitor procentul de minerale grele la nivelul gamei întîlnite în zona de contact. Explicația acestei distribuții se va da în partea finală a lucrării.

În ceea ce privește compoziția chimică a fracțiunilor mineralelor grele (tab. 2), se constată, în primul rînd, lipsa unor elemente chimice în carotele din zona sudică, dintre care se citează absența Rb și Os-ului, a perechii

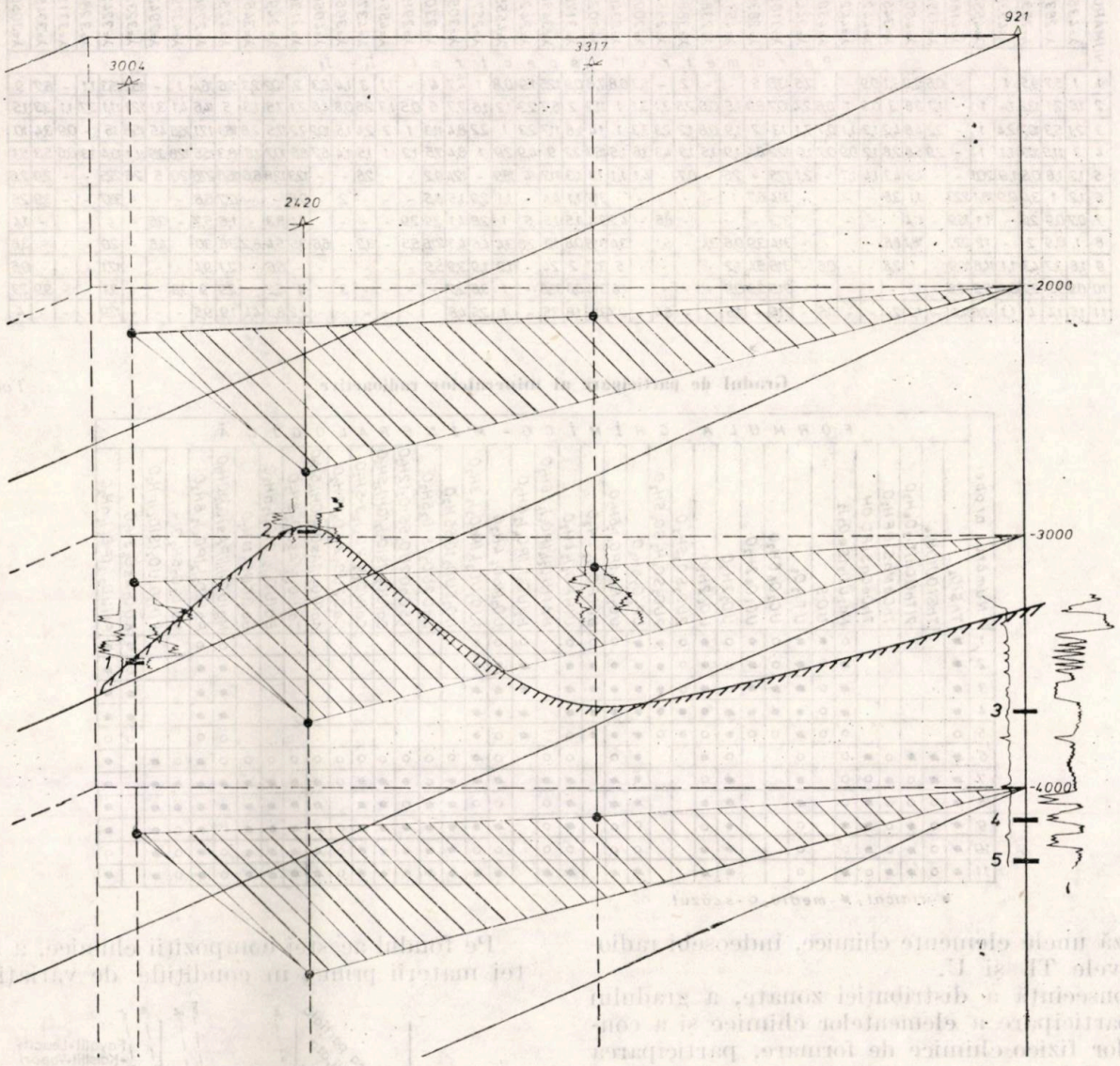


Fig. 1. Schița contactului intrusivului cu metamorficul

Tabelul 1

Participarea procentuală a fracțiunilor mineralelor grele

NR. PROBEI	ZONA	SONDA NR.	ADÎNCIMEA CAROTEI -m-	%
1	nordică	3004 Oporelu	3446-3447	0,22
2		2420 Priseaca	2426-2427	1,06
3		921 Mogoșești	3920-3921	2,45
4		921 Mogoșești	4345-4346	7,58
5		921 Mogoșești	4500-4502	5,2
6	sudică	4207 Leu	2165-2167	0,3
7		4207 Leu	2349-2353	0,3
8		4207 Leu	2514-2519	0,2
9		4207 Leu	2648-2649	4,3
10		4207 Leu	2787-2789	6,1
11		4207 Leu	2940-2941	0,4

radioactive mamă-fiică Sm-Nd, cu excepția carotelor 9 și 11 unde apare Nd, reducerea simțitoare a K prin raport cu zona nordică (apreciind după caracteristicile liniei spectrale utilizate), lipsa îndeosebi a C și S-lui (pentru care s-au ales primele linii spectrale caracteristice), absența Ru, Li, Ag și Ta-lui. În zona sudică și-au crescut gradul de participare, îndeosebi elementele chimice Ca și Fe, și pentru unele carote și Mg, și își face apariția, cu participare ridicată, lantanidul ceriu, absent în zona nordică.

Deci și prin prisma gradului de participare se observă o distribuție zonată a elementelor chimice, cu sublinierea că unele zone concen-

Analiza chimico-spectrală de emisie a probelor cu densitate > 2,89 *Tabelul 2*

NUMĂRUL PROBEI	E	L	E	M	E	N	T	E	L	E	C	H	I	M	I	C	E
	U	Th	Pb	La	Ba	Ce	Rb	Sr	Re	Os	Sm	Nd	K	Ca	Sn	In	Te	C	P	S	As	Fe	Mo	Zr	Ti	Cs	Si	Al	Na	Mg	Ru	Rh	Pt	Nb	Be	B	Co	Cr	Mn	V	Ga	Li	Cu	Ag	Ta	Zn	Ni
	λ=4362,04Å	λ=2837,29Å	λ=2833,07Å	λ=4333,74Å	λ=4554,04Å	λ=4186,59Å	λ=3350,89Å	λ=4607,33Å	λ=3460,47Å	λ=4420,47Å	λ=4424,34Å	λ=4303,57Å	λ=3446,72Å	λ=3181,27Å	λ=2839,99Å	λ=4511,32Å	λ=2385,76Å	λ=3883,0 Å	λ=2554,95Å	λ=3097,46Å	λ=2349,84 Å	λ=3025,84Å	λ=3170,35Å	λ=3438,23Å	λ=4221,30Å	λ=4555,36Å	λ=2577,13Å	λ=3050,08Å	λ=3302,96Å	λ=2915,52Å	λ=4554,51Å	λ=4374,80Å	λ=3064,71Å	λ=4058,94Å	λ=3130,42Å	λ=2497,73Å	λ=3453,5Å	λ=4254,35Å	λ=2798,27Å	λ=4379,24Å	λ=2948,64Å	λ=3232,61Å	λ=3247,54Å	λ=3280,68Å	λ=3311,16Å	λ=3345,02Å	λ=3050,82Å
	Parametrul spectral $i_1 - i_f$																																														
1	1	5,7	9,5	1	-	-	0,6	6,2	3,1	0,9	-	-	7,5	13,6	6	-	-	2	-	5,3	0,8	7,8	0,9	12,5	1,9	0,8	1	4,7	4	-	1,1	3	1,4	6,3	2	10,2	2,3	5,6	16,4	1	-	15,2	15,3	1,1	-	6,7	9
2	1,6	7,1	13,2	1,4	1	-	1,7	38	3	0,9	1	0,6	2,4	10,7	8,9	1,5	0,6	2,5	3,1	3,1	1	11,3	2	6,7	2,3	1,2	1,6	7,7	6	0,5	1,3	2,6	0,8	4,6	2,1	7,5	1,3	5	14,6	4,1	3,1	12,1	11,1	2,7	1,1	3,3	1,5
3	2,1	5,3	10,7	2,4	1	-	2,2	4,8	4,2	1,3	1,1	0,7	7,1	13	2	1,9	0,8	1,2	2,3	3,3	1	14	1,8	11,7	2,3	1	2,2	8,4	11,3	1	2	2,4	1,5	10,2	7,2	7,5	2,8	16,1	17,1	16,6	4,5	15,8	15	-	0,9	3,4	10
4	2	11,5	10,7	1,1	1	-	2,9	5,8	2,8	1,2	0,9	0,7	1,6	12,2	8,4	1,9	1,5	1,3	4,3	3,6	1,5	15,3	2,2	9	4,9	2,9	1	8,4	7,5	1,2	1	1,5	1,4	6,7	8,6	10,7	1,6	8,3	15,5	12,8	3,5	14,1	13,4	1,3	0,6	5,3	5,1
5	1,2	1,6	0,6	1,9	20,1	-	-	4,9	4,3	1,4	1,7	-	2,1	17,3	-	2,6	-	0,7	-	4,1	1,1	13	1,3	11,7	4	18,9	-	12,4	9,2	-	-	2,6	-	-	12,3	12,8	6,6	16,6	27,6	20	5	26	22,5	-	-	2,9	2,6
6	1,2	1	3,4	0,9	18,1	22,3	-	1,1	3,8	-	-	-	-	31,4	6,7	1	-	-	-	-	-	31,7	1,1	4,4	-	1,1	2,9	1,5	8,5	-	-	-	2	-	0,8	-	-	12,7	6,8	-	-	-	33,7	-	-	3,9	2,6
7	0,7	0,9	2,6	-	1,1	16,9	-	11,4	-	-	-	-	-	31,3	-	-	-	-	8,6	-	4,2	31,4	1,5	1,5	6	1	2,8	4,1	2,9	2,9	-	-	-	-	3,1	8,3	-	1,6	5,7	-	3,6	-	4	-	-	-	1,4
8	1	0,9	2	-	12	22,1	-	18,1	8,5	-	-	-	-	31,4	3,9	0,6	3,4	-	5,1	-	3,4	31,5	0,8	12	2,8	3,4	4,6	4,3	21,5	5,5	-	3,2	-	6,6	3,5	5,4	8,2	36	30	-	4,8	-	20	-	-	-	3,8
9	1,8	3,2	4,3	1,1	14,8	19,9	-	1	2,8	-	-	0,6	-	31,6	5,4	1,2	-	-	-	-	5	31,7	2	24	-	1,2	1,9	3,9	5,5	-	-	-	-	-	6,6	-	2,1	9,4	-	-	-	17,1	-	-	-	0,5
10	0,9	3,7	2,7	0,9	9,2	18,8	-	1,3	-	-	-	-	-	31,5	3,9	0,9	-	-	-	-	1,6	31,4	0,8	35,8	-	1	3,6	2,7	-	-	-	-	3	-	1	5,2	-	2,9	9	3,8	-	-	3,1	-	-	9,9	2,3
11	1,5	1,4	4	1,1	12,8	14,8	-	1,2	2,4	-	-	0,6	-	31,6	-	1,5	-	-	8,4	-	2,7	31,5	1,8	3,5	-	1	2,5	4,8	-	-	-	-	-	-	2,2	8,3	4,4	1,9	9,5	-	-	-	17,9	-	-	-	4

Gradul de participare al mineralelor radioactive *Tabelul 3*

Numărul probei	FORMULA CHIMICO-MINERALOGICĂ																																															
	$ThSiO_4$	$ThSiO_4(OH)_4$	$2(ThUCaTi_2O_8H_2O$	$ThCaMnSiOF H_2O$	$ThCeCaSiPC OH$	$Nd_2UO_2(SeO_3)_2$	UOS	UTi_2O_6	$UC_2O_6 6H_2O$	$UC_4O_8 2H_2O$	$UO_3 2H_2O$	$UO_4 2H_2O$	$2UO_3SO_3 5H_2O$	$2UO_3SO_4H_2SO_4 5H_2O$	$UP_2O_7 6H_2O$	$UO_2Na_4(PO_4)_2 6H_2O$	$U(HPO_4)_2 \cdot H_2O$	$U(HPO_4)_2 4H_2O$	$HA(UO_2)_4(PO_4)_4 16H_2O$	$H_2(UO_2)_2(PO_4)_2 8H_2O$	$UO_2MoO_4 4H_2O$	$(UO_2UO_3)_3(MoO_3)_3 3H_2O$	$UO_3SUO_3 10,56 H_2O$	$CaO2UO_3 6SiO_2 5H_2O$	$1,5CaO2UO_3 5SiO_2 12H_2O$	$Ca(UO_2)_2(SiO_3)_2(OH)_2 5H_2O$	$Ca(UO_2)_2(VO_4)_2 3-5H_2O$	$CaO2UO_3 2V_2O_5 16H_2O$	$Ca(UO_2)_4(AsO_4)_2(OH)_4 6H_2O$	$Ca(UO_2)_2(AsO_4)_2 8H_2O$	$Ba(UO_2)_2(SiO_3)_2 nH_2O$	$BaO6UO_3 11H_2O$	$Mg(UO_2)_2(PAs)_2O_8 10H_2O$	$Pb(UO_2)_2(PO_4)_2 8H_2O$	$Na_2U_2O_7 6H_2O$	$K(H_3O)UO_2(SiO_4)nH_2O$	$KUO_2AsO_3 3H_2O$	$Fe(UO_2)_2(PO_4)_2 nH_2O$
1	●					○	●	●	○	●	○	●	○	○	●	○	○	○		○	●	●	○																						○	●
2	●					●	○	●	○	●	○	●	○	○	●	●	●	●		●	●	●	●																					○	●
3	●					●	○	●	●	●	○	●	○	○	●	●	●	●		●	●	●																					●	●
4	●					●	○	●	●	●	○	●	○	○	●	●	●	●		●	●	●																					●	●
5	○					○	○	●	○	○	●	○	○	○	●	●	●	○		●	●	●																					○	○
6	●	●	●	○	○	○		○			○	●	○		●	○		○	○		○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			●
7	●	●	○	●	○	○		●			●	○			●	●		○	○		○	●	●	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			○
8	●	○	○	○	●	○		●			●	●			●	●		●	○		○	●	●		○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
9	●	○	●	○	●	●		○			●	○			○	○		●	○		●	●	●		○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
10	●	○	●	○	●	○		○			●	●			○	○		○	○		○	●	●		○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
11	●	○	●	●	○	●		○			●	●			●	●		●	○		●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			

● - ridicat; ✱ - mediu; ○ - scăzut.

trează unele elemente chimice, îndeosebi radioactivele Th și U.

Consecință a distribuției zonate, a gradului de participare a elementelor chimice și a condițiilor fizico-chimice de formare, participarea mineralelor radioactive prezintă o distribuție zonată în planul vertical (tab. 3) și, în mod deosebit, zona nordică se diferențiază de cea sudică. Așa se menționează : lipsa mineralelor radioactive cu S și C în zona sudică, participarea ridicată a Ca în zona sudică, care aduce și prezența mineralelor radioactive „bogate" în Ca, participarea mai ridicată a Fe în zona sudică se regăsește și în mineralele radioactive, la fel și pentru Ba și Ce.

În consecință, prin prisma mineralelor radioactive, zona nordică se diferențiază de cea sudică.

Pe baza acestor date chimico-mineralogice asupra mineralelor radioactive s-ar putea întrezări o compoziție chimică diferită a magmei din zona nordică față de cea din zona sudică.

Pe fondul acestei compoziții chimice, a acestei materii prime, în condițiile de variații ale

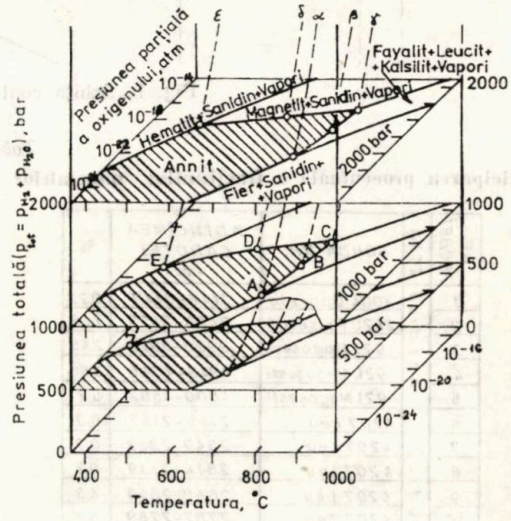


Fig. 2 Diagrama ternară $p_{tot} - p_{O_2} - T$ și relațiile de fază ale annitului

temperaturii și presiunii din sistemul care se răcea, la volum quasiconstant, fiind vorba de un masiv intrusiv, a apărut de-a lungul timpului compoziția mineralogică din fracțiunile grele, compoziție ilustrată în tabelul 3, avînd la bază investigarea roentgenostructurală redată în detaliu în lucrările [11 și 12].

Să urmărim, în continuare, distribuția chimico-mineralogică a probelor globale luate în studiu (tab. 4), detaliat analizate în lucrările [11 ; 12]. Prin prisma gradului de participare a oxizilor se poate reține o distribuție zonată atît în planul vertical, cît și în cele două arii,

Gradul de participare al mineralelor în probele globale *Tabelul 4*

FORMULA CHIMICO-MINERALOGICĂ

Numărul probei	SiO_2	$(CaMg)(FeAl)_2Ti_4O_{12}4H_2O$	$NaAlSi_3O_8$	$CaAl_2Si_2O_8$	$KAlSi_3O_8$	$K(FeMg)_3(Si_3AlO_{10})(OH)_2$	$KMg_3(Si_3AlO_{10})(OH)_2$	$KFe_3^{2+}(Si_3AlO_{10})(OH)_2$	$(MgFe)_7Si_8O_{22}(OH)_2$	$(FeMgAl)_7Si_6Al_2O_{22}(OH)_2$	$(CaFeMg)SiO_3$	$CaSi_2O_5 2H_2O$	$SrOSiO_2H_2O$	ZrO_2SiO_2	$CaTiSiO_5$	$Al_{12}Si_5O_{20}(OH_{14}F_2)F_2Cl$	$(MgFe)_2Al_3(AlSi_5O_{18})$	$Mg_2Al_4Si_5O_{18}$
1	○	●	○	○	○	○			●		○	●	⊘	○		●	●	
2	●	⊘	○	○	⊘	○			⊘		⊘	○	○	○	○	●	●	
3	●	○	●	○	●	○			○		○		○	○	○			
4	●	●	●	○	⊘	○			●		○	●	○	○	○	●		
5	○	●	○	○	○	○			●		○		○	○	○	●	●	
6	⊘	⊘	○	⊘	○		⊘				●	●						
7	○	⊘	○	●	⊘		●		●		●	●						
8	○	●	●	●	○		●				●	⊘				⊘		
9		⊘	⊘	●	●			●		●	●	⊘						⊘
10	○	●	○	⊘	⊘		●		⊘		●	○						
11	⊘	⊘	○	●	○		⊘		●		⊘	○						

Numărul probei	$Fe_2Al_4Si_5O_{18}$	$NaCaFeZrSiOHCl$	$AlBe(SiO_4)(OH)$	$Zn_8Al_4(SiO_4)_5(OH)_8 7H_2O$	$3(ZnMg)O4(SiAl)O_2H_2O$	$NaBSi_2O_6H_2O$	$4(SrCa)O2MgO12B_2O_39H_2O$	$Ca_2B_6O_9(OH)_45H_2O$	$NaCaB_5O_92H_2O$	$AlBO_3$	$MnMgMnFePOOH15H_2O$	$Al_2PO_4VO_48H_2O$	$Fe_4(PO_4)_3(OH)_312H_2O$	$Fe_{14}O_3(SO_4)_{18}nH_2O$	$(CaMg)_3(AsO_4)_26H_2O$	$(AlFe)_3AsO_4(OH)_65H_2O$	$H_3Na_6Nb_3Si_5TiO_{24}2H_2O$	$Na_4K_4Nb_6O_{19}9H_2O$
1		●	⊘	○	○	⊘	○	○			○	○		○			○	
2		●		○	⊘	●	○	○			●	○	○	⊘			○	
3				○	○		○	○			○	○	○	⊘			⊘	
4			⊘	⊘	○	●	⊘	⊘			○	⊘	○	⊘			○	
5			●	●	⊘	⊘	⊘	○			●	⊘		⊘				
6	●		●	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘									○
7	●	⊘			●	⊘	⊘	⊘	⊘	●	⊘							⊘
8	●	⊘	⊘	⊘	⊘		⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘			●		⊘	⊘
9	●	⊘		⊘	○		⊘				⊘	⊘				○	⊘	●
10	●	⊘	⊘	●	●							○			○		○	○
11	●				⊘		●	●				●	●			●		●

●-ridicat; ⊘-mediu; ○-scăzut.

cea nordică și respectiv sudică. Și în privința feldspaților zona sudică apare mai bogată în anortit. Distribuție zonată oferă și micele, îndeosebi zona sudică apare bogată în flogopit, iar la nivelul carotei 9 se remarcă participarea ridicată a annitului. Varietățile de cordierit separă zona nordică de cea sudică, bogată în varietățile magnezian și îndeosebi ferifer. Și prin prisma celorlalți silicați, menționați în tabelul 4, zona sudică bogată în Ca și Fe, și într-o oarecare măsură și în Mg, apare distinctă față de zona nordică. În zona nordică, mineralele mai bogate în Si, de genul sfenului, zirconului, zunyitului, imprimă acestei zone o diferențiere față de cea sudică. Participarea boraților (formulele 25 – 28 din tab. 4) separă o zonă sudică, bogată în Ca și Mg, de cea nordică, mai bogată în Si. Dacă fosfații nu separă cert zonele, în schimb arseniații și niobații din tabelul 4 pun în evidență această separare.

Pregnant, această distribuție chimică este pusă în evidență de datele din tabelul 5 ale analizei chimico-spectrale, de emisie, metoda semicantitativă.

Siliciul participă în gama a 30%, ilustrînd natura silicatică a magmei, cu mențiunea că participarea mai ridicată se află în proba 1, ceva mai redusă în probele 2 și 9 și mai redusă în proba 5, în timp ce aluminiul, aflat tot în gama a 30%, are o pondere mai ridicată în proba 5 și una mai scăzută în proba 11. Faptul că în proba 9 siliciul are o participare mai redusă, iar în difractograma de raze X cuarțul nu apare ca reperabil, reliefează particularitatea probei 9 (tab. 4 și 5). Siliciul, avînd relații de substituire cu beriliul [9], explică de ce în tabelul 5, la o participare mai redusă a Si (probele

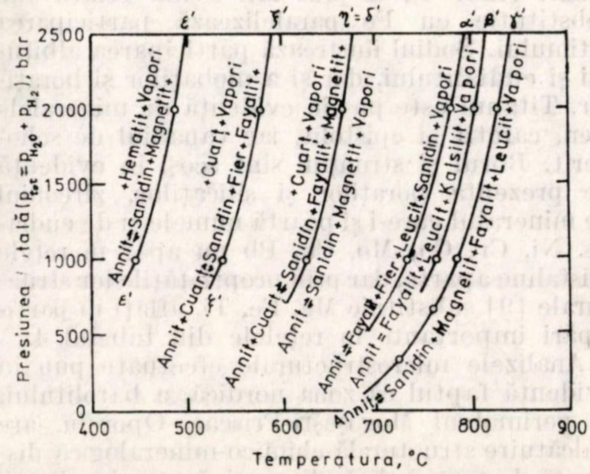


Fig. 3. Diagrama $p_{tot} - T$ ilustrnd relațiile de fază ale annitului ; curbele $\alpha' - \varepsilon'$ sînt proiecțiile curbelor $\alpha - \varepsilon$ din figura 2, pe planul $p_{O_2} - p_{tot}$

2 și 9), Be nu a fost reperat. Participarea mai ridicată a Be în proba 5 este datorată prezenței euklasului (tab. 4) la un grad ridicat. Aluminiul are relații de substituire cu litiul, așa apare ilustrat și de datele din tabelul 5 (proba 5).

Calciul are o participare net superioară în probele din sonda 4207 Leu, cu deosebire în probele 6–8, subliniind datele analizei cu raze X, unde zona sudică (tab. 4) apare diferenţiată de zona nordică prin participarea acestui element.

Tabelul 5

Estimarea participării procentuale a elementelor chimice folosind analiza chimico-spectrală de emisie la probele globale

Numărul probei	ELEMENTELE CHIMICE																							
	Si	Al	Ca	Mg	Fe	Mn	Na	Ti	V	Ni	Cr	Co	Mo	B	Fe	Cu	Li	Ga	Sr	Zr	Pb
	λ=2571,3 Å	λ=3050,08 Å	λ=3181,27 Å	λ=2721,6 Å	λ=2915,5 Å	λ=2990,37 Å	λ=2636,48 Å	λ=2933,06 Å	λ=3302,98 Å	λ=24,21,3 Å	λ=3165,4 Å	λ=3050,8 Å	λ=3014,9 Å	λ=3453,5 Å	λ=3170,35 Å	λ=2497,39 Å	λ=3130,42 Å	λ=3247,54 Å	λ=3232,61 Å	λ=2943,64 Å	λ=3464,45 Å	λ=3498,23 Å	λ=2833,07 Å
	Parametrul spectral $I_1 - I_t$																							
1	7,2	10,8	12,8	-	1,1	2,8	-	19,1	5,6	2	1,7	-	-	-	-	1,7	24	14,8	-	5,8	0,5	2,5	3,1
2	3,2	12,3	11,5	-	0,6	10,6	3,7	24,5	13,5	2,2	7	1,9	-	-	-	7	-	13,8	-	8,9	1,2	11,6	4
3	4,7	12,5	12,5	-	1,9	8,2	3,4	15,8	14,8	2,1	7	0,9	-	0,7	-	7,1	1	13,7	-	6,8	2,9	2,4	1,8
4	3,7	12,5	11,7	-	5,8	15,4	7	17,2	15,3	2,1	8,7	5,6	1,6	1,9	-	6,6	1,7	13,8	-	12,6	5,7	2,4	6,1
5	2,1	18,8	20,7	-	-	17,8	6,4	17,4	1,9	-	9,5	-	-	1,5	1,3	11,8	3,7	24,9	19,2	4,3	2,3	2,3	-
6	4,5	4,9	33,5	5,5	2,4	6,8	4,8	3,6	11,4	3,5	4,6	3,9	2,9	3	-	6,5	3	23,2	-	6,9	1,8	26,1	3,3
7	5,5	2,9	33,5	5,7	-	2,6	-	3,6	6,9	3,7	1,1	-	1	-	-	3,8	1	26,2	-	4,1	0,5	12,5	3,1
8	5,3	5,1	33	5,4	4	4,5	-	3,7	28,9	3,5	2	-	-	-	-	4,1	2,7	18,3	-	6,8	1,3	9,8	3,7
9	4,3	4,8	31	-	6,1	6,4	4,3	5,5	28,3	3,7	5,8	4	4,2	7,6	-	5,1	-	15,5	-	3,7	1,7	4,4	2
10	6	2,7	29,6	-	-	2	-	3,4	28,1	3,3	1,8	-	-	-	-	3,8	1,7	14,3	-	3,6	0,4	10,5	3,4
11	5	2,5	30,7	-	-	3,3	1,5	3,1	24,7	3,8	1,7	0,4	-	-	-	5	1,3	16,9	-	3,3	0,4	10,6	2,9
%	30	30	1	10	3	3	10	0,3	1	1	0,03	0,03	0,03	0,01	0,01	0,03	0,01	0,1	1	0,03	0,1	0,1	0,03

Magneziul pune şi el în evidenţă diferenţierea dintre zona nordică şi cea sudică. Fierul are o participare largă în ambele zone (tab. 5) numai că în zona sudică apare „mai concentrat" în anumite reţele cristaline (cordierit ferifer, annit, gedrit, augit) în timp ce în zona nordică este distribuit pe un număr mult mai mare de reţele (tab. 4). Participarea mai ridicată a Mn în probele 2 şi 5 se datorează mineralului bermanit (tab. 4), în plus Mn avînd relaţii de substituţie cu Fe paralelizează participarea ultimului. Sodiul ilustrează participarea albitului şi eudialitului, dar şi a niobaţilor şi boraţilor. Titanul este pus în evidenţă de mineralele sfen, cafetit şi epistolit, iar vanadiul de schoderit. Borul şi stronţiul sînt scoşi în evidenţă de prezenţa boraţilor şi silicaţilor, zirconiul de mineralul care-i şi poartă numele şi de eudialit. Ni, Cr, Co, Mo, Cu, Pb nu apar în reţele cristaline aparte, dar prin proprietăţile lor structurale [9] substituie Mg, Fe, Ti, aflaţi în participări importante în reţelele din tabelul 4.

Analizele microstructurale efectuate pun în evidenţă faptul că zona nordică, a batolitului, în perimetrul Mogoşeşti-Priseaca-Oporelu, are o alcătuire structurală-chimico-mineralogică distinctă de zona sudică, din vecinătatea localităţii Leu. Care ar putea fi cauzele care au generat această diferenţiere?

Pentru a întrezări condiţiile de cristalizare a mediului solid în zona sudică vom face apel la cercetările lui Eugster [3] privind condiţiile de stabilitate a annitului, mineral întîlnit în participare ridicată în carota 9 (tab. 4). În diagrama din figura 2 se ilustrează relaţiile de fază ale annitului în dependenţa presiune totală-temperatură-presiunea parţială a oxigenului, în sistemul în cristalizare. După cum se observă din diagrama ternară, annitul are un domeniu de stabilitate destul de voluminos, care poate proveni din combinaţiile indicate în diagramă. În complexa compoziţie a carotei 9 (tab. 4) sanidinul este ilustrat de prezenţa ortoclazului, fierul se întîlneşte în numeroase reţele cristaline (zona sudică este bogată în Fe, aşa cum s-a arătat anterior), iar vaporii de apă erau prezenţi în magma pegmatitică din care se formau reţelele cristaline identificate.

Admiţînd, după Krauskopf [4], că presiunea parţială a O_2 în majoritatea gazelor magmatice ar fi de ordinul 10^{-21} at (a se vedea mai departe), ar rezulta pentru annit un domeniu larg de presiune totală-temperatură, intersecţia planului vertical la mărimea $ppO_2 = 10^{-21}$ at. Folosind cealaltă diagramă a lui Eugster, din figura 3, şi datele analizelor chimico-mineralogice din tabelele 4 şi 5, în lipsa cuarţului, ar rezulta că în privinţa temperaturii nivelul s-ar afla în gama a 600°C. Admiţînd o densitate a rocilor coloanei litostatice de 2,65 g/cm³, şi în ipoteza că intruziunea la nivelul carotei 9 nu şi-ar fi modificat la cristalizare izobata, ar rezulta o presiune totală de ordinul a 1 000 bar. În aceste condiţii fizico-chimice se poate reţine că prezenţa H_2O în sistemul global a antrenat coborîrea temperaturilor de cristalizare [13], de aici şi natura pegmatitelor.

Transportul metalelor în formă volatilă de către magma pegmatitică care cristaliza este un fapt acceptat [4; 13], un procent nu neglijabil de metale aflîndu-se în acest gaz magmatic la 600°C.

O fază gazoasă apoasă la 600°C poate fi considerată [4] nu numai un gaz, în care compuşii metalici se pot evapora, ci şi un solvent activ, care generează trecerea metalelor în soluţie, pentru că acest gaz apos este şi la presiune ridicată. Aşa este cazul pentru As, Pb, Bi, Sn, Mn, Zn, Fe, Co, Cu, Ni, Ag, elemente chimice întîlnite în tabelul 2. Echilibrele privind uraniul, titanul, cromul pot fi studiate [4] de aceeaşi manieră.

Echilibrele în fază gazoasă ilustrează posibilităţile transportului în fază gazoasă a multor elemente chimice grele, în cantităţi însemnate, la nivelul de temperatură şi presiune la care s-a aflat topitura silicatică. Aflate în soluţie aceste elemente chimice grele, indicate în tabelul 2, au putut pătrunde, la cristalizare, în reţelele cristaline ale multor silicaţi, ca de exemplu în eudialit (Zr), în epistolit (Nb) (tab. 4), dar au putut forma şi reţele cristaline aparte, atunci cînd concentraţiile acestor elemente chimice erau destul de ridicate şi proprietăţile lor structurale, la nivelele de presiune şi temperatură, permiteau formarea distinctă a acestor

rețele cristaline, așa cum este situația rețelelor cristaline din tabelul 3, unde din 38 minerale 32 au în rețelele lor cristaline H_2O.

Substituirea în rețelele cristaline se explică prin legea similarității structurale [9] care demonstrează că elementele chimice cu raze ionice similare și preferabil, dar nu totdeauna necesar, de aceeași sarcină ionică, se înlocuiesc reciproc, în minerale, și ionul cu potențial ionic ridicat și cu rază ionică mai mică este preferat de rețeaua cristalină. În acele situații în care razele ionice, sarcinile și tipurile ionice sînt aproape aceleași, elementele sînt întîlnite împreună.

Substituirea acestor elemente chimice în rețelele cristaline determină variații în elementele de rețea cristalină, în parametrii d/n și I, așa cum expresiv ilustrează seriile de difracție ale mineralelor identificate (tab. 3 și 4) și prezentate in extenso în difractogramele redate în lucrările [11]; 12].

Legea similarității structurale, prezentată în multe lucrări [5; 6; 9; 10], privind geochimia sedimentarului zăcămintelor de hidrocarburi fluide, își începe acțiunea o dată cu geneza rocilor magmatice, așa cum demonstrează datele prezentei lucrări asupra pegmatitelor din zona luată în cercetare.

Prin comparație cu zona sudică, unde annitul, analogul feros al flogopitului, ne-a ajutat să întrezărim condițiile fizico-chimice ale cristalizării și compoziției mineralogice prezentate, să încercăm să evidențiem probabilele condiții fizico-chimice din zona nordică. În zona nordică prezența unui conținut ridicat în Al (tab. 2 și 5) și în Si a determinat [13], în prezența

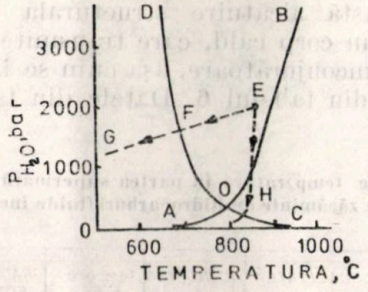


Fig. 4. Dependența $p-T$, în cristalizarea biotitului; curba CD pentru fuziunea incipientă a granitului, curba AB a descompunerii biotitului (stabil în stînga ei)

unui exces de SiO_2, condiții pentru existența biotitului. Într-un mediu plutonic cristalele de biotit [13] se formează la 850°C și 2 000 bar presiune a apei (fig. 4), și în decursul răcirii lente (plutonice) rămîne stabil de-a lungul lui FG. Biotitul rămînînd stabil, de-a lungul unei game largi de p și T, înseamnă că la cristalizarea lui temperatura și presiunea din sistem sînt mai ridicate prin comparație cu cele care au determinat formarea annitului, schițate anterior. Admițînd această ipoteză, asupra temperaturii și presiunii sistemului din nord și folosind diagrama din figura 5 (după [13]) ar rezulta că și prin prisma participării feldspaților nu se coboară din domeniul de p și T estimat anterior pentru biotit. De altfel, domeniul de temperatură 600—800°C este cel caracteristic [13] stadiului pegmatitic în care coexistă fazele cristalină, lichidă (topitura de silicați) și faza gazoasă.

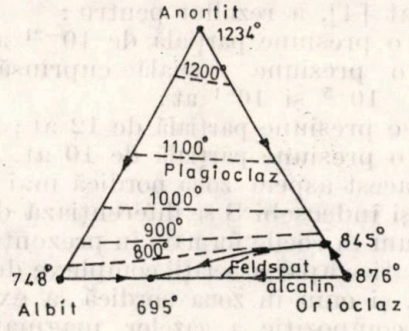


Fig. 5. Diagrama fazelor din sistemul albit-ortoclaz-anortit la o presiune a apei de 5000 bar

Ceea ce scoate în evidență datele tabelelor 4 și 5 este din nou influența fundamentală a compoziției chimice, care în zona sudică, net mai bogată în Ca, a determinat o participare mult mai ridicată a anortitului, deși nivelele de temperatură și presiune din zona sudică sînt mai reduse față de zona nordică.

Zona nordică se diferențiază (tab. 4) și printr-un conținut mai ridicat de elemente chimice din categoria volatilelor, cum sînt F și Cl, fapt care a determinat și participarea distinctă a mineralelor ce conțin aceste elemente chimice în rețelele lor cristaline. Natura materialului volatil asociat cu magma care cristalizează este o problemă de mare interes geologic, deoarece acest material volatil, în mod comun, este implicat în originea pegmatitelor [4; 13].

O altă problemă de interes științific este [4; 13] studiul relațiilor de echilibru între un gaz ipotetic și ansamblele minerale care au fost în contact cu el. Sub acest aspect datele prezentei cercetări indică situații distincte în zona sudică și în cea nordică.

Interesante sugestii apar din studiul acestor relații de echilibru stabilite de Krauskopf la nivelele de 1 000 bar și 600°C, plecîndu-se de la ideea constantei de echilibru care, în cazul variației energiei libere, este dată de ecuația:

$$\log K = -\frac{\Delta F}{2{,}3\ R \cdot T},$$

unde:

ΔF este variația energiei libere,

în care :

$$\Delta F = \Delta H - T \cdot \Delta S,$$

unde: ΔH este variaţia entalpiei;
ΔS — variaţia entropiei;
R — constanta legii gazelor (1,99 cal/mol);
T — temperatura absolută;
2,3 — factorul de conversie pentru logaritmi.

În această ipoteză, pentru echilibrul cu H_2O la 1 000 at [4], a rezultat pentru :

O_2 — o presiune parţială de 10^{-21} at;
HF — o presiune parţială cuprinsă între 10^{-5} şi 10^{-1} at;
HCl — o presiune parţială de 12 at;
H_2S — o presiune parţială de 10 at.

Şi sub acest aspect zona nordică mai bogată în F, Cl şi îndeosebi S se diferenţiază de zona sudică. Cum în rocile formate în prezenţa gazelor magmatice apar asociaţii complexe de minerale [13], şi cum în zona nordică a existat o anumită compoziţie a gazelor magmatice, se poate reţine de ce în cele două zone apar asociaţii diferite de minerale (tab. 3 şi 4).

Datele tabelelor 2 şi 5 relevă compoziţii chimice distincte în zona nordică şi în cea sudică; datele tabelelor 3 şi 4 pun în evidenţă compoziţii chimico-mineralogice aparte în aceste două zone, nivelele de temperatură şi presiune diferite, mai mari în zona nordică prin comparaţie cu zona sudică, ar putea sugera două magme pegmatitice diferenţiate, care au putut apărea la timpi geologici diferiţi. Aceste supoziţii se cer desigur a fi susţinute şi prin alte determinări microstructurale, pe care ni le propunem pentru o cercetare viitoare.

Cu aceste supoziţii schiţa distribuţiei pegmatitelor între localităţile Leu-Balş-Priseaca-Oporelu-Mogoşeşti ar putea fi cea sugerată în figura 6, adică o zonă sudică caracterizată de pegmatite complexe bazice, circumscrisă această zonă şi de anomalia magnetică intens pozitivă [1] şi o zonă nordică a pegmatitelor complexe acide. Aceste pegmatite complexe se caracterizează şi printr-un conţinut nu neglijabil de minerale radioactive (tab. 1 şi 3), dar şi sub acest unghi pegmatitele complexe din sud apar distincte, prin conţinutul de minerale, radioactive bogate în calciu şi bariu, faţă de cele din zona nordică, unde predomină mineralele radioactive ce includ în reţelele lor cristaline carbon şi sulf.

Cristalizarea acestor pegmatite complexe a avut loc la un volum quasiconstant, corpul eruptiv avînd un acoperiş de roci foarte slab permeabile care au fost metamorfozate, dovadă sistemele cristaline de deasupra pegmatitelor (fig. 1 şi 6) şi desigur cele din pereţii corpului eruptiv, dar care au fost mai puţin cercetate.

Faza gazoasă a magmei pegmatitice a putut filtra prin rocile acoperişului pe care, la nivelele de p şi T, le-a metamorfozat şi în urma „strecurării fazei gazoase" prin contactul acoperişului partea superioară a batolitului şi-a diminuat nu numai gradul de participare a mineralelor grele (tab. 1 şi 3), dar şi a unor elemente chi-

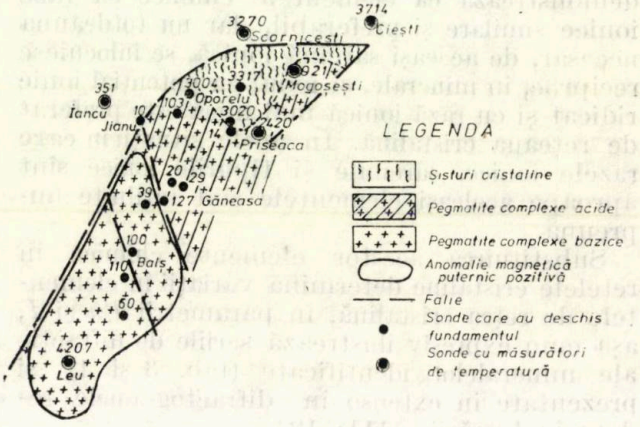


Fig. 6. Schiţa distribuţiei pegmatitelor între localităţile Leu-Balş-Priseaca-Oporelu-Mogoşeşti

mice (tab. 2 şi 5), în timp ce la nivelele mai adînci, mai „etanşe" (fig. 1) s-au concentrat elementele chimice grele şi mineralele radioactive, iar către partea inferioară mai „săracă în gaze" procentul de elemente chimice grele şi minerale radioactive s-a diminuat, consecinţă a segregării fazei gazoase din magma pegmatitică în răcire.

În această ipoteză ar rezulta că şisturile cristaline de deasupra ar putea fi „mai vechi" decît intruziunea pegmatitică, ipoteză ce se cere verificată şi prin alte investigări microstructurale ale rocilor în cauză.

Cu această alcătuire structurală batolitul este încă un corp cald, care transmite căldură şi zonelor înconjurătoare, aşa cum se ilustrează cu datele din tabelul 6. Datele din tabel trebuie privite prin prisma faptului că măsurătorile din găurile sondelor în foraj nu au atins nivelul temperaturii stabilizate, care trebuie să fie mai ridicat. În afară de aceasta, datele de temperatură indicate aparţin unor puncte din

Tabelul 6

Distribuţia de temperatură în partea superioară a batolitului şi în unele zăcăminte de hidrocarburi fluide înconjurătoare

SONDA NR	LOCALITATEA	ADÎNCIMEA -m-	Temperatura -°C-	GRADIENTUL GEOTERMIC -°C/km-
2420	Priseaca	2468	85	34,44
921	Mogoşeşti	3600	110	30,55
921	Mogoşeşti	4500	126	28,00
3270	Scornicești	3164	101	31,92
351	Iancu Jianu	2453	82	33,43
4207	Leu	2500	78	31,20
4207	Leu	2905	90	30,98
3714	Cieşti	2643	118	44,65

partea superioară a batolitului (tab. 1), intruziune ce se „pierde" în adîncime și unde desigur temperatura este mult mai ridicată. Dacă am face apel la modelul lui Jaeger J.C. [2] care arată că întărirea unei intruziuni granitice (500°C) are loc în decurs de 0,016 G^2 ani, unde G este grosimea intruziunii în metri, ceea ce ar conduce pentru grosimi de 1,2 și 3 km, la timpi de (0,2; 0,6 și 1,4) · 10^6 ani, iar temperaturi de 350°C se mențin în jurul sîmburelui la distanțe egale grosimii intruziunii pe perioade depășind timpul necesar întăririi sîmburelui, avem o imagine atît asupra intensității de căldură oferită de intruziune, cît și a unui „timp geologic" de acționare a acestei energii geotermale.

În cazul pegmatitelor analizate, roci bogate în H_2O (în tabelul 3 din 38 rețele cristaline 32 conțin H_2O, iar în tabelul 4 din 36 rețele cristaline 17 conțin H_2O), temperaturile la cristalizare sînt mai coborîte [13] prin comparație cu situația granitelor. În această situație desigur că și nivelele de temperatură sugerate de modelul lui Jaeger vor fi mai reduse, așa că încercăm să păstrăm ideile modelului lui Jaeger și să opinăm că batolitul de la Balș nu numai că a furnizat energie geotermală de-a lungul timpului geologic parcurs, ci va furniza și în continuare energie geotermală deosebit de importantă.

Din datele tabelului 6 se poate reține că gradientul geotermic chiar la „suprafața" batolitului este însemnat, iar pentru zona de la Ciești este destul de ridicat (fig. 6).

Dacă se cunoaște conductivitatea termică K, în cal/cm.s.grad, a rocilor în care se măsoară variația, fluxul ascendent de căldură Q, în cal/cm².s, poate fi determinat cu relația :

$$Q = \frac{K \cdot dT}{dH}$$

unde :

T este temperatura, °C ;

H—adîncimea, măsurată de la suprafață, m.

Conductivitatea termică este mai mare în rocile bazice și mai redusă în granite și roci sedimentare. Mărimea sa medie la suprafață este de aproximativ 4 · 10^{-3}, ceea ce corespunde cu un flux mediu de căldură de aproximativ 1,2 · 10^{-6} cal/cm² · s. Această căldură, care este probabil [13] aproape în întregime de origine radioactivă, este mică în comparație, de exemplu, cu căldura provenită de la Soare, ea este însă mare în comparație cu cantitatea de căldură necesară pentru explicarea acțiunii mecanice.

Dacă s-ar cunoaște ritmul de generare a căldurii și conductivitatea termică la toate adîncimile, ecuația de mai sus ar putea fi integrată și s-ar putea determina temperatura ca funcție de adîncime cunoscînd temperatura și fluxul de căldură de la suprafață.

Modul cum substanța radioactivă este distribuită în corpul eruptiv are o însemnătate de prim ordin. În pegmatitele cercetate (tab. 2) au fost identificate numeroase elemente radioactive : U, Th, La, Rb, Re, Sm, K, Sn, In ,Te și produsele lor de dezagregare. Căldura eliberată prin dezintegrare este echivalentă cu energia cinetică a particulelor elementare emise prin dezintegrarea nucleelor. Este deci suficient să cunoaștem cantitățile în care aceste elemente radioactive sînt prezente în rocile cercetate, pentru a calcula ritmul respectiv de generare a căldurii. De aceea, apreciem ca necesare investigările microstructurale, cel puțin la nivelul celor efectuate în prezenta lucrare, pentru a ne face o imagine asupra proprietăților acestor batolite, veritabili generatori de energie geotermală ce trebuie utilizată în bilanțul energetic de care societatea are atîta nevoie.

Din această cercetare pot fi reținute următoarele concluzii.

Elementul fundamental în problematica abordată este compoziția chimică a magmei, alcătuirea ei microstructurală.

Legea similarității structurale, care determină aranjamentul ionilor în elementele rețelelor cristaline, este cea implicată în compoziția chimico-mineralogică a pegmatitelor analizate.

Funcție de nivelul energetic acumulat la cristalizare, generat de nivelul de temperatură, de presiune, de quasiconstanța volumului incintei de cristalizare, rețelele cristaline apar mai mult sau mai puțin stabile, concordant cu legea conservării energiei.

Funcție de alcătuirea structurală a elementelor chimice, de stabilitatea lor de-a lungul timpului geologic, adică de radioactivitatea lor, rețelele cristaline ale mineralelor radioactive identificate se vor afla în continuă mișcare, imprimînd și rocii eruptive investigate o stabilitate caracteristică-specifică. Aceste pegmatite, din punct de vedere al forabilității, nu apar ca roci deosebit de dure.

Dezintegrarea radioactivă conduce la eliberarea unei energii termice, componentă nu neglijabilă în bilanțul termic al batolitului investigat.

Energia termică eliberată de acest batolit de-a lungul timpului geologic a fost deosebit de însemnată și ea este cauza transformărilor fizico-chimice, structurale din mediile solide ale rocilor formate ulterior sau/și influențate de roca-mamă pegmatitică [5; 6; 10], cauza compoziției chimice a apelor de zăcămînt din zonă [8], cauza transformărilor termo-catalitice pentru sistemele de hidrocarburi fluide din zăcămintele aflate sub influența acestui puternic batolit [7].

Și în prezent acest batolit dispune de o energie geotermală însemnată, care ar putea fi utilizată, pentru că, deși ca mărime specifică nu este pe primul plan, dar prin „veșnicia" ei [2] energia geotermală determină o arie de integrare enorm de mare, la care trebuie să ne gîndim pentru viitorul necesarului de energie, de care avem atîta nevoie.

Bibliografie

[1] Barbu, C., Dănеț, T. *Asupra fundamentului Platformei moesice din zona Balș-Optași.* Petrol și Gaze, **21**, nr. 7, 1970.

[2] Berman, E. *Geotermal energy.* Noyes Data Corporation, 1975.

[3] Eugster, H. *Reduction and oxidation in metamorphism.* Researches in geochemistry. John Wiley, New York, 1959.

[4] Krauskopf, K. *The use of equilibrium calculations in finding the composition of a magmatic gas phase* Researches in geochemistry. John Wiley, New York, 1959.

[5] Pârcălăbescu, D. I. *Contribuție la cunoașterea compoziției chimice a mediului solid din doggerul unor zăcăminte de hidrocarburi fluide din Platforma moesică.* Petrol și Gaze, **20**, nr. 4, 1969.

[6] Pârcălăbescu, D. I. *Contribuții la cunoașterea proprietăților fizico-chimice ale mediului solid al unor zăcăminte de hidrocarburi fluide localizate în albianul zonei centrale a Platformei moesice.* Buletinul Institutului de petrol, gaze și geologie, București, vol. XIX, 1972.

[7] Pârcălăbescu, D. I. *Cîteva considerații fizico-chimice și geochimice asupra unor țițeiuri din România.* Mine, Petrol și Gaze, **30**, nr. 10, 1979.

[8] Pârcălăbescu, D. I. *Apa singenetică cel mai adecvat dislocuitor al țițeiului în condiții de zăcămînt.* Mine, Petrol și Gaze, **32**, nr. 8 și nr. 3, 1981.

[9] Pârcălăbescu, D. I. *Considerații fizico-chimice și geochimice asupra mediului solid din meoțianul structurii Oprișenești.* Mine, Petrol și Gaze, **32**, nr. 5, 1981.

[10] Pârcălăbescu, D. I. *Proprietăți fizico-chimice ale unor dolomite triasice din zona centrală a Platformei moesice.* Mine, Petrol și Gaze, **33**, nr. 1, 1982.

[11] Pârcălăbescu, D. I., Nistor, I. *Cercetări roentgenostructurale și chimico-spectrale asupra unor carote din zona nordică a batolitului de la Balș.* Mine, Petrol și Gaze, **35**, nr. 10, 1984.

[12] Pârcălăbescu, D. I. Nistor, I. *Cercetări roengenostructurale și chimico-spectrale asupra unor carote din zona sudică a batolitului de la Balș.* Mine, Petrol și Gaze, **35**, nr. 11, 1984.

[13] Turner, F., Verhoogen, J. *Igneous and metamorphic petrology.* II-nd edit. McGraw-Hill Book Co. New York, 1960.

Cercetări asupra fenomenelor specifice care apar la ascensiunea amestecului bifazic în coloana țevilor de extracție la exploatarea sondelor prin erupție naturală

Dr. ing. **V. Truică**

Institutul de cercetări și proiectări pentru petrol și gaze Cîmpina

Exploatarea zăcămintelor de țiței presupune din ce în ce mai mult, mai ales la zăcămintele de mare adîncime în zone greu accesibile sau pe platforme marine, efectuarea unor lucrări complexe și utilizarea unor instalații, echipamente, utilaje și aparatură specială pentru aplicarea proceselor și tehnologiilor de extracție a țițeiului din sonde.

Proiectarea eficientă a regimului tehnologic de funcționare a sondelor, ca și posibilitățile de a evalua efectele diametrului țevilor de extracție, debitului de curgere și, în general, a tuturor variabilelor la extracția țițeiului prin erupție naturală sînt determinate de capacitatea de a calcula cu o anumită exactitate variația presiunii de-a lungul coloanei de țevi de extracție din sondă, în condițiile de lucru date.

Pentru soluționarea acestor cerințe, s-au efectuat numeroase studii teoretice, cercetări și experimente de laborator, în sonda pilot și la sonde reale, abordîndu-se o gamă variată de tehnici de lucru, procedee de calcul, mai mult sau mai puțin complexe, elaborîndu-se pînă în prezent un important număr de teorii și metode pentru calculul gradienților de presiune.

Aceste cercetări teoretice și experimentale efectuate asupra ascensiunii amestecurilor bifazice au creat o bază științifică de studiu a erupției naturale și artificiale. Pentru cunoașterea domeniilor de aplicabilitate a acestor teorii, numeroasele verificări practice au stabilit că, din cauza complexității care caracterizează ascensiunea bifazică în coloane de țevi, rezultată din numărul mare de parametri care intervin în calcule și de faptul că valorile unor parametri se modifică în timpul curgerii de-a lungul țevilor de extracție, gradul de precizie al acestora este limitat de calitatea și volumul de date pe care se bazează, ceea ce îngustează domeniul de aplicare.

În anumite situații cunoscute și mai ales în practica de șantier s-a trecut la utilizarea unor serii de familii de curbe, de variație a presiunii de-a lungul coloanei de țevi de extracție obținute prin interpretarea rezultatelor unui număr important de măsurători de presiune efectuate în sonde cu condiții de lucru asemănătoare, din unul sau mai multe șantiere.

Acest mare număr de măsurători efectuate la sondele exploatate prin erupție naturală, o dată sau de mai multe ori de-a lungul întregii

perioade de erupţie naturală a unei sonde, au adus primele informaţii şi date cu privire la fenomenele specifice care apar la ascensiunea amestecului bifazic în coloana ţevilor de extracţie la exploatarea sondelor prin erupţie naturală.

Este cunoscut că la iniţierea exploatării unui nou zăcămînt de ţiţei, în perioada de exploatare a sondelor prin erupţie naturală, curgerea fluidelor prin sistemul strat-sondă-separator. are loc sub acţiunea energiei mecanismului natural de dezlocuire determinată, mai mult sau mai puţin, de energia potenţială de presiune a lichidului şi de energia potenţială a gazelor libere sau dizolvate.

Pe parcursul exploatării zăcămîntului, sub acţiunea acestui proces, rezerva iniţială de energie a mecanismului natural de dezlocuire scade, ajungîndu-se la un moment dat la situaţia în care această energie nu mai este suficientă să asigure ascensiunea amestecului bifazic în coloana de ţevi de extracţie. Din acest moment se consideră că erupţia naturală încetează şi exploatarea sondelor se poate continua prin erupţie artificială sau prin alte sisteme de extracţie mecanizată.

Este de notat că sfîrşitul perioadei de erupţie naturală este marcat distinctiv de reducerea substanţială a debitului extras şi de apariţia ultimei faze a acesteia, erupţia naturală intermitentă — în care sonda produce în sistem pulsatoriu, evacuarea sistemului din sondă făcîndu-se intermitent, sub formă de dopuri mai mici sau mai mari, la perioade din ce în ce mai lungi de timp.

Pentru soluţionarea problemei s-au studiat şi selecţionat două zăcăminte situate pe structuri diferite, avînd încă suficientă energie naturală de dezlocuire — prin gaze dizolvate — pentru a asigura exploatarea prin erupţie naturală.

Totodată, pentru cercetare s-au ales un număr de 10 sonde aflate în diferite faze de exploatare prin erupţie naturală, cu adîncimi cuprinse între 2 400 şi 3 300 m, cu raţii gaze-lichid care să reprezinte un domeniu cît mai larg de valori.

Pentru punerea în evidenţă a fenomenelor care apar odată cu ultima fază a erupţiei naturale şi stabilirea factorilor care o determină, cercetările au fost îndreptate spre ascensiunea amestecurilor bifazice în coloana de ţevi de extracţie, în care pierderile de energie sînt cele mai ridicate.

În acest sens, s-au efectuat cercetări complexe asupra valorilor de presiune în coloana ţevilor de extracţie în condiţii statice şi dinamice, prin măsurători directe în sondă cu manometrul de fund înregistrator, în mai multe staţii de-a lungul coloanei ţevilor de extracţie, construindu-se cu datele obţinute curbele reale de variaţie a gradienţilor de presiune pentru fiecare sondă, prezentate în figurile 1—10,

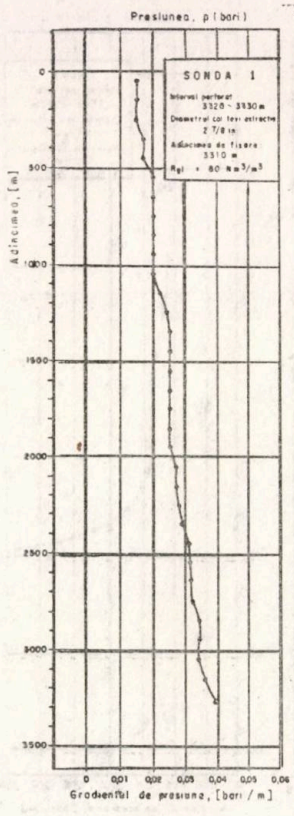


Fig. 1

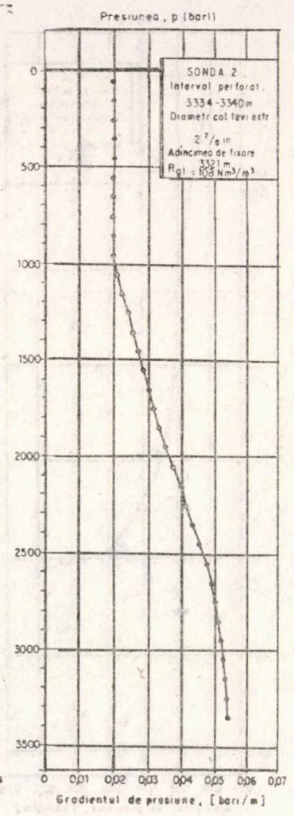


Fig. 2

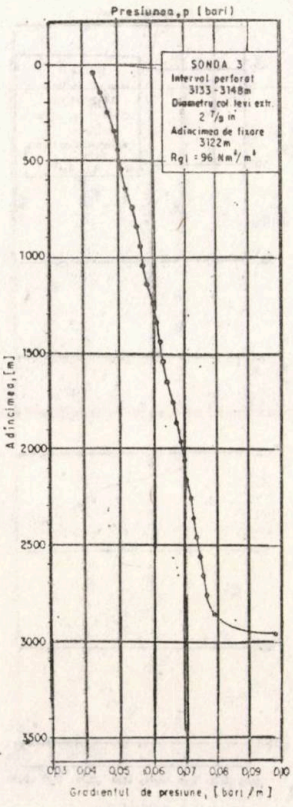


Fig. 3

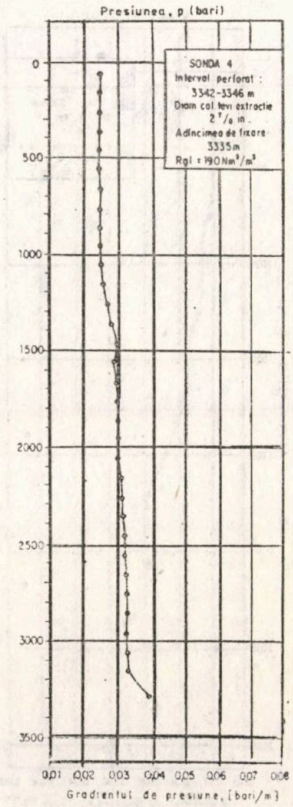


Fig. 4

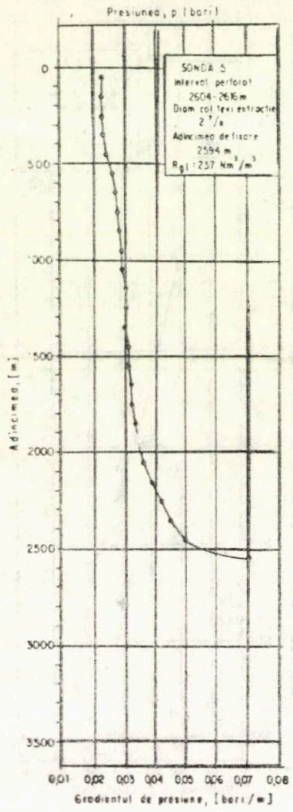


Fig. 5

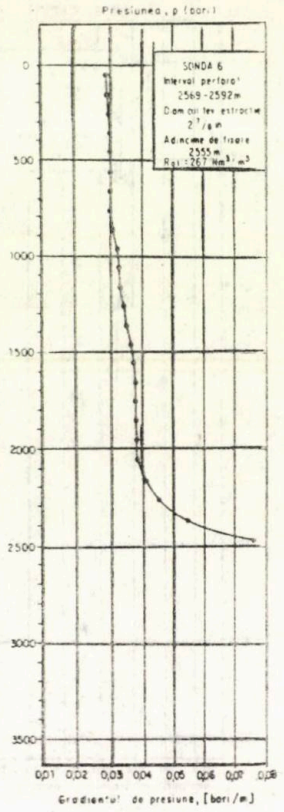


Fig. 6

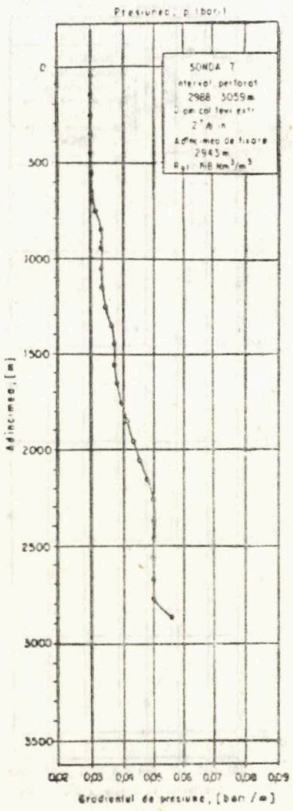


Fig. 7

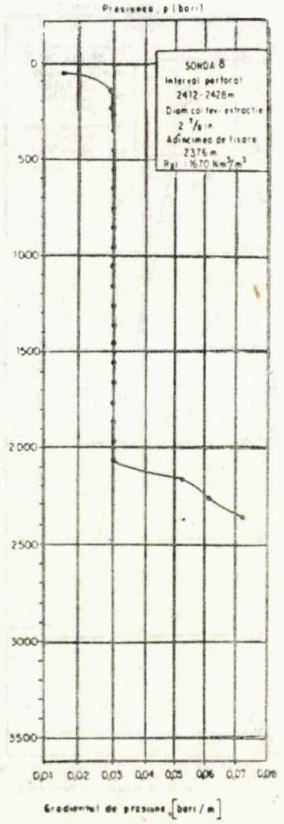


Fig. 8

grupate în funcţii de valoarea raţiei gaze-lichid.

Studiind curbele de variaţie a gradientului de presiune prezentate, rezultă că, în timp ce la sondele 1; 2 şi 4, aflate la începutul perioadei de erupţie naturală, valorile şi variaţia gradientului de presiune în coloana ţevilor de extracţie sînt normale, la sondele 5; 6; 7; 8, ca şi la sonda 3, apare un fenomen specific distinctiv în legătură cu gradienţii de presiune.

Astfel, la sondele 5; 6; 7 şi 8, aflate într-o fază avansată a erupţiei naturale, această fază este marcată de o creştere substanţială a valorilor gradienţilor de presiune în imediata apropiere a sabotului coloanei ţevilor de extracţie, respectiv pe o distanţă de 100—300 m. Această creştere a gradientului de presiune a reprezentat în cazul sondei 8 mai mult decît dublarea valorii acestuia (0,03—0,072 bar/m).

De altfel, acest fenomen se face uşor observat chiar şi la sonda 4 aflată, după cum s-a precizat anterior, la începutul erupţiei naturale, fără însă a se ajunge la creşteri importante ale valorilor gradientului, dar este pregnant pus în evidenţă la sonda 3, care este aproape de ultima fază a erupţiei naturale şi la care gradientul de presiune a atins valori maxime de 0,09—0,1 bar/m.

Din cercetările efectuate asupra sondelor rezultă că fenomenul apare observabil într-o fază mai puţin avansată a exploatării prin erupţie naturală (sonda 4) şi se conturează definitiv cu cît ne apropiem de ultima fază a erupţiei naturale, respectiv sondele 5; 6; 7 şi 8, iar în cele din urmă sonda 3. Acest fenomen se poate explica prin aceea că, odată cu scăderea energiei naturale a zăcămîntului şi ajungerea acesteia la limita necesară şi suficientă pentru a asigura curgerea fluidelor în sistemul strat-sondă-separator, la schimbarea secţiunii de curgere din coloană în ţevi, în condiţiile reale de ascensiune a amestecului bifazic în coloana de ţevi de extracţie, vitezele de curgere a celor două faze (lichid + gaze) ajung la un moment dat la diferenţe relative mari, determinînd creşterea substanţială a pierderilor prin alunecare. Întrucît este cunoscut că alunecarea gazelor are ca efect creşterea greutăţii specifice amestecului bifazic, atunci este de aşteptat ca în curbele de variaţie a gradienţilor de presiune să apară creşterea gradientului de presiune în coloana de ţevi de extracţie şi în acelaşi timp creşterea pierderilor de energie rezultate din frecări.

Implicaţiile acestui fenomen asupra exploatării sondelor, care apare şi se dezvoltă cantitativ de-a lungul perioadei de erupţie naturală, sînt puse în evidenţă la sonda 3, unde creşterea gradienţilor de presiune atinge valorile maxime şi se amplifică pe adîncimi din ce în ce mai mari, ceea ce creează o contrapresiune suplimentară în sondă şi conduce la micşorarea

debitului pînă la oprirea sondei din producţie şi implicit scurtarea perioadei de erupţie naturală.

Pentru prevenirea şi înlăturarea acestui fenomen, respectiv pentru îmbunătăţirea ascensiunii amestecului bifazic în coloana de ţevi de extracţie, pe baza studiilor şi cercetărilor teoretice şi experimentale s-a conturat tot mai mult concepţia de a se suplimenta din timp energia mecanismului de dezlocuire din zăcămînt prin completarea presiunii existente în coloana de exploatare a sondelor, încă din perioada de erupţie naturală.

În acest scop se propune injecţia intermitent-programată a gazelor dintr-o sursă internă sau externă la o presiune superioară sondei, în primul rînd pentru a se evita trecerea necontrolată a sondei la exploatarea prin erupţie artificială cu un echipament neadecvat de lucru. Procedeul a fost aplicat la sondele de pe structurile Bărbuceşti şi Oporelu, obţinîndu-se rezultate încurajatoare în prelungirea perioadei de erupţie naturală şi menţinerea nivelului debitelor de lichid extras. Un alt fenomen specific identificat şi cercetat în domeniul gradienţilor de presiune, măsuraţi sau calculaţi la ascensiunea amestecurilor bifazice în coloana de ţevi de extracţie, este acela de inversare a curburii curbelor de variaţie a presiunii în partea superioară.

Cercetările efectuate la sondele 9 şi 10 au verificat că această inflexiune a curburii, menţionată prin măsurători în sonde de către G. Fancher şi K. Brown şi de către A. Hagedon şi K. Brown există şi că are loc la raţii gaze-lichid mari, datorită valorilor crescute ale gradienţilor de presiune în domeniul densităţilor mici ale amestecului bifazic, aproape de suprafaţă. De asemenea, punerea în evidenţă a acestui fenomen în sonde echipate cu ţevi de extracţie mai mari, respectiv 27/8 in, aduce noi date în sprijinul cercetărilor efectuate de către P. Baxendell şi R. Thomas, care au remarcat că această comportare s-a observat totuşi şi în cazul curbelor de variaţie a presiunii înregistrată la debite mari de curgere, atît pentru ţevi de extracţie de 27/8 in cît şi pentru 31/2 in.

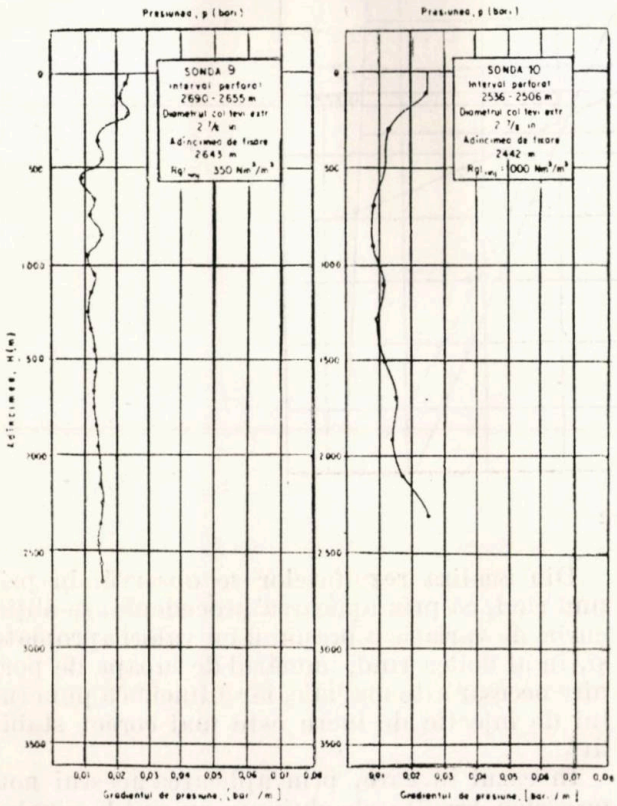


Fig. 9 Fig. 10

Considerată, la început, ca fiind o anomalie datorită inexactităţii metodelor de calcul a gradienţilor de presiune, studiile şi cercetările efectuate ulterior au adus suficiente argumente că la suprafaţă valorile crescute ale gradienţilor de presiune în domeniul densităţilor mici ale amestecului bifazic se datoresc creşterii substanţiale a pierderilor de energie prin frecare şi energiei cinetice a fluidelor.

Pentru eliminarea dificultăţilor provocate de apariţia acestui fenomen s-a elaborat un procedeu de eliminare a inflexiunii curburii pentru a se trece uşor la calculul pe calculatoare electronice a curbelor de variaţie a presiunii în coloana de extracţie. Admiţîndu-se că valoarea gradientului de presiune minim există, de la presiunea de la care s-a întîlnit pînă la presiunea de la care s-a pornit în construcţia curbei de variaţie a presiunii începînd de la partea superioară a coloanei de extracţie, cu această valoare se va calcula distanţa pe care are loc căderea de presiune respectivă.

În figura 11 se arată, prin comparaţie, curbele de variaţie a presiunii construite clasic cu inflexiunea inclusă şi cu inflexiunea eliminată, obţinută prin aplicarea procedeului menţionat.

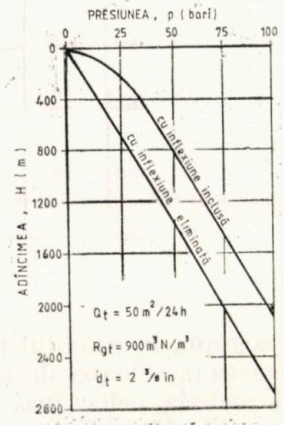


Fig. 11

Pînă în prezent nu se cunosc încercări sau aplicaţii practice cît şi rezultate obţinute prin aplicarea procedeului prezentat la proiectarea

exploatării sondelor prin erupție naturală și artificială.

Pentru proiectarea exploatării sondelor prin erupție artificială cu supape de pornire s-a elaborat și se aplică cu rezultate bune un nou procedeu și un program de calcul în limbaj FORTRAN, care să elimine dificultățile de proiectare determinate de apariția inflexiunii curbei de variație a presiunii de-a lungul coloanei țevilor de extracție.

mod curbele calculate aproximează mult mai exact valorile presiunii dinamice și, implicit, calculul supapelor de pornire și a adîncimii de fixare a supapei de lucru este mult mai corect. În figura 12, este redat grafic, prin comparație, rezultatul calculelor de proiectare pentru o sondă cu adîncimea (media perforaturilor) de 1 600 m, în cele două cazuri : clasic, cu inflexiunea inclusă, și cu inflexiune eliminată prin aplicarea procedeului propus.

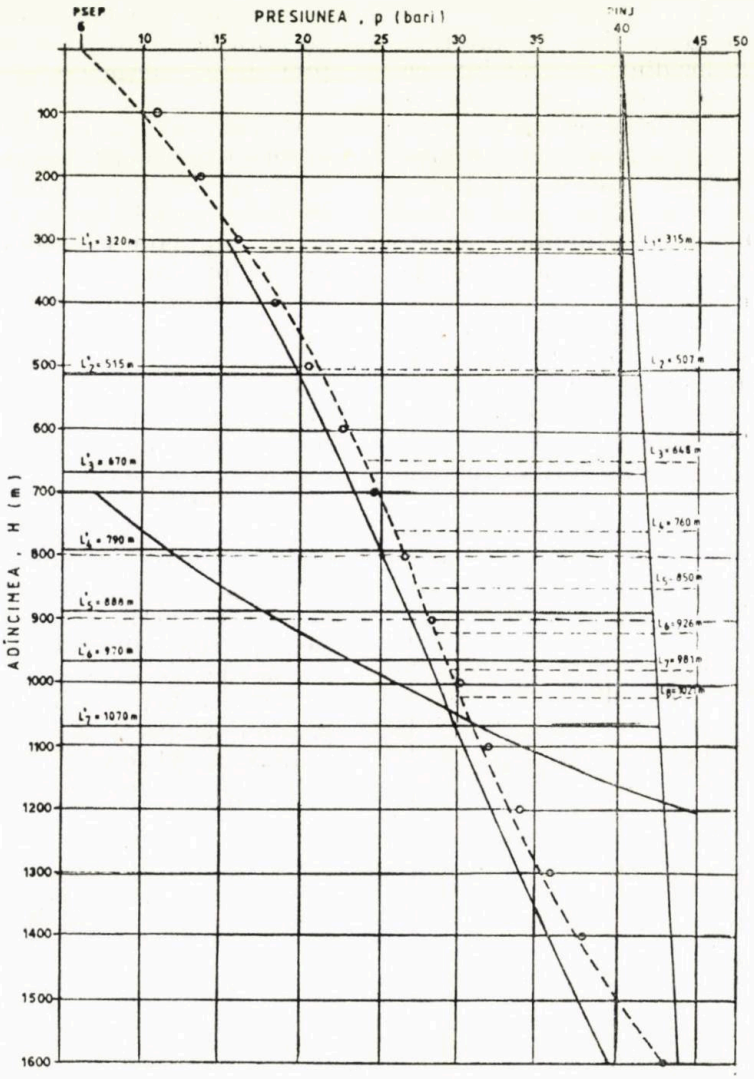


Fig. 12

În acest program, la calculul presiunii dinamice prin puncte în coloana de țevi de extracție, folosind metoda celor mai mici patrate, sînt obținute curbe de variație a presiunii dinamice sub formă de polinom de gradul III.

Pentru descrierea cu acurateță a variației presiunii dinamice prin polinoame, coeficienții acestora sînt calculați luînd în considerație numai punctele de presiune dinamică situate sub nivelul primei supape de pornire. În acest

Din analiza rezultatelor se observă, în primul rînd, că prin aplicarea procedeului se obțin curbe de variație a presiunii cu valori apropiate și, în al doilea rînd, numărul de supape de pornire necesar este mai mic, iar adîncimea punctului de injecție de lucru este mai corect stabilită.

În cazul în care, prin aplicarea acestui nou procedeu, rezultatele obținute nu sînt la nivelul dorit din cauza erorilor produse de zona de

inflexiune care continuă să se mențină, s-a procedat la reluarea proiectării regimului tehnologic de funcționare a sondei prin erupție artificială cu supape de pornire, schimbînd, de la mic la mare, diametrul țevilor de extracție.

Bibliografie

[1] Baxendell, P. B., Thomas, R. *The calculation of pressure gradients in high-rate flowing wells.* Journal of Petroleum Technology, October, 1961.

[2] Brown, K. E. *Gas lift theory and practice.* Review of Petroleum Engineering Fundamentals, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliff, New Jersey, 1967.

[3] Francher, G. H., Brown, K. E. *Predication of pressure gradients for multiphase flow in tubing.* Society of Petroleum Engineering Journal, March, 1963.

[4] Hagedon, A. R., Brown, K. E. *Experimenta study of pressure gradients accuring during continuous two-phase flow in small-diameter vertical conduits.* Journal of Petroleum Technology, April, 1965.

[5] Truică, V. *Contribuții privind îmbunătățirea tehnologiei de exploatarea a sondelor prin erupție artificială.* Teză de doctorat. Ploiești 1982.

[6] Truică, V. *O nouă metodă de proiectare a exploatării sondelor prin erupție artificială în regim optimizat.* Mine, Petrol și Gaze, vol. 35, nr. 1, 1984.

[7] Grigore, V. *Aspecte noi privind construirea unei curbe de variație a presiunii în lungul coloanei de extracție la sonde eruptive.* Mine, Petrol și Gaze, nr. 6, 1983.

Posibilități de stabilizare a argilelor din stratul productiv cu un produs organic anionic

Dr. ing. **M. Gheorghițoiu**
Institutul de petrol și gaze Ploiești

Introducere

Ținînd cont de efectele interacțiunii dintre mineralele argiloase prezente în sistemul de pori și soluțiile apoase ce le contactează în timpul operațiilor de completare a sondelor, respectiv creșterea saturației în apă, umflarea și/sau dispersarea acestor minerale, efecte cu urmări nedorite din punctul de vedere al curgerii fluidelor prin rocile colectoare, cît și de faptul că este practic foarte greu să se evite contactarea mineralelor argiloase din pori de către soluțiile apoase provenite din fluidele de completare, mulți cercetători și-au îndreptat atenția spre găsirea unor metode de modificare a proprietăților argilelor din sistemul de pori, respectiv de a le face umectabile cu petrol în loc de apă (hidrofobe), bazîndu-se pe capacitatea de interacțiune dintre argile și substanțele organice [1].

În acest sens, Barkman raporta în anul 1975 rezultatele obținute cu o metodă de formare a unui film persistent de ulei pe pereții porilor folosind umectanți și dispersanți introduși de la suprafață în rocile-rezervor limitrofe sondei. În anul 1970 Genkina [2] apoi Lyutin [3] încercau posibilitățile de adsorbire ale asfaltenelor din petrol pe diferiți sorbanți, în special pe mineralele constitutive ale rocilor stratelor productive. Clementz stabilea în anul 1976 condițiile de adsorbire a asfaltenelor și rășinilor din țițeiuri pe argile, condiții pe care le verifică în șantier în anul 1977.

Deși rezultatele obținute sînt valoroase, metodele de aplicare prezintă unele limitări datorate imposibilității pătrunderii emulsiilor formate cu bobul mediu de anumite dimensiuni în toți porii cu secțiuni mici [4] sau asigurarea condițiilor anhidre, prin tratamente prealabile, a rocilor stratului, în vederea reacționării cu asfaltenele și rășinile introduse de la suprafață, reacționare ce ar duce la transformarea multor proprietăți fizice ale argilelor cum ar fi capacitatea de umectare, dispersare etc. [5 ; 6].

În altă ordine de idei, unii cercetători [7] raportează limitări mai drastice ale posibilităților de interacțiune dintre mineralele argiloase și unii compuși grei din petrol (asfaltene și rășini).

Scopul acestei lucrări este de a prezenta unele rezultate obținute în laborator în încercările de stabilizare a argilelor cu o substanță organică ionică.

Folosirea produsului organic anionic DT

Plecînd de la unele proprietăți ale mineralelor argiloase în apă (ionizare și schimb de ioni) și ținînd cont că mineralele argiloase prezente în sistemul de pori al stratului productiv sînt contactate de apa interstițială, pe de o parte, iar pe de altă parte, faptul că substanțele organice ionice sînt reținute pe suprafața mineralelor argiloase în principal prin forțe electrostatice, eventual și forțe Van der Waals, spre deosebire de substanțele organice polare care nu sînt reținute decît prin forțe Van der Waals — mult mai slabe decît cele electrostatice [8] — considerăm că cele mai indicate substanțe organice pentru stabilizarea mineralelor argiloase din sistemul de pori al stratului productiv sînt substanțele organice ionice.

Pentru ca aceste substanțe să poată fi puse ușor în contact cu mineralele argiloase din sistemul de pori al rocilor stratului, trebuie să în-

deplinească o condiţie importantă şi anume să fie solubile în apă.

Una din substanţele organice ionice care îndeplineşte această condiţie este produsul DT.

Din gudroanele acide provenite de la tratarea cu acid sulfuric a parafinelor, prelucrate şi separate pe fracţiuni solubile şi insolubile în apă, s-a obţinut un produs de culoare maronie [9; 10] cu un pronunţat caracter acid şi miros specific, solubil în apă, care se poate păstra sub o concentraţie de 25% produs în apă (la o concentraţie mai mare în produs apar fenomene de gelificare).

Formula chimică este a acizilor sulfonici, respectiv R-SO_3H în care R reprezintă radicalul organic.

Se presupune că la interacţiunea cu rocile argiloase, gruparea organică se va fixa prin legături chimice covalente de particulele argiloase, iar grupa funcţională acidă se va scinda transformîndu-se într-o grupare anionică. Această grupare va reacţiona, fie cu cationii schimbabili din complexul argilos (Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^+, Na^+), fie cu carbonaţii eventual prezenţi în rocă, ducînd, în ambele cazuri, la săruri stabile.

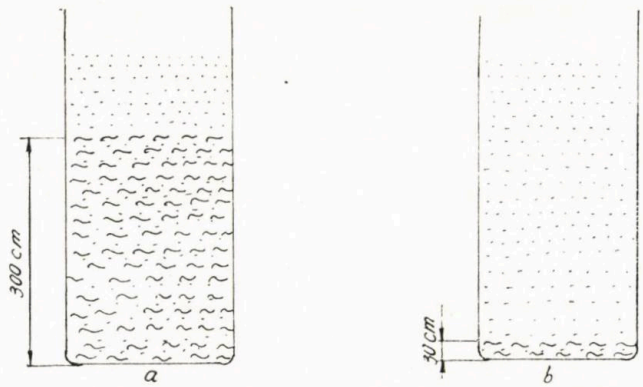


Fig. 1. Ascensiunea capilară a apei într-un pămînt argilos cu mărimea particulelor de 0,02—0,06 mm: *a* — netratat; *b* — tratat cu produs organic anionic

În urma reacţiei dintre roca argiloasă şi produsul DT, apa nu mai este fixată cu aceeaşi putere de către roca argiloasă, respectiv apare o filtrare descendentă mai mare a apei prin roca tratată decît prin cea netratată, precum şi o ascensiune capilară mai mică a apei în cazul rocii tratate decît în cazul celei netratate (fig. 1) [9].

La fel, umflarea în apă a probelor de argilă tratate cu DT este mult mai mică în comparaţie cu a probelor netratate [9; 10].

Considerăm că produsul DT se poate folosi la stabilizarea mineralelor argiloase din sistemul de pori al formaţiunilor productive, cu o tehnologie mult mai simplă decît cea preconizată pentru produşii grei petroliferi (substanţe polare), deoarece dizolvîndu-se în apă nu mai necesită îndepărtarea în prealabil a apei fixate de mineralele argiloase.

Pe de altă parte, neschimbîndu-se proprietăţile de udabilitate*) a microparticulelor minerale prin sistemul de pori, nu mai apare riscul ca acestea să fie puse în mişcare de noua fază care le-ar uda, ducînd astfel la podiri şi deci la micşorarea capacităţii de curgere a formaţiunii.

Influenţa capacităţii de curgere a unui mediu poros-permeabil cu conţinut de material argilos

În vederea testării influenţei acestei substanţe asupra capacităţii de curgere a unui mediu poros-permeabil cu conţinut de material argilos, a fost conceput şi realizat aparatul a cărui schemă de principiu este redată în figura 2.

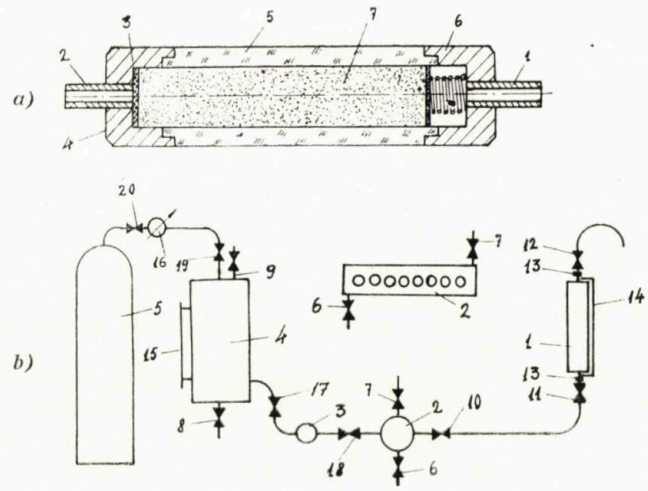


Fig. 2. Aparat pentru testarea capacităţii de curgere a mediului poros: *a*: *1* — intrare; *2* — ieşire; *3* — placă poroasă; *4* — capace; *5* — tub transparent; *6* — resort; *7* — proba; *b*: *1* — celulă; *2* — colector; *3* — filtru; *4* — rezervor; *5* — sursă; *6* — *8* — purjare; *7* — *9* — alimentare; *13* — legături; *14* — cadru metalic; *15* — sticlă nivel; *16* — manometru.

Aparatul este alcătuit din mai multe celule de curgere legate în paralel şi independent la un colector-distribuitor, rezervoare pentru so-

* În experienţele noastre s-a constatat că apa udă în continuare, ca şi petrolul, mineralele tratate cu acest produs, dar nu mai este fixată de către aceste minerale [11].

luţiile de încercat, sursa de presiune cu aer comprimat, filtre, ventile, fitingărie, sticle de nivel, manometre, suport metalic. Pereţii celulelor de curgere sînt transparenţi la intrarea şi ieşirea fluidelor din ele, în scopul urmăririi pătrunderii sau ieşirii din probe a soluţiilor colorate, formării emulsiilor sau bulelor de gaze.

Modul de lucru cu acest aparat (cu referire la schema din fig. 2) este următorul:

— pentru saturarea probei în soluţie, după plasarea probei în celula de curgere *1* şi a soluţiei în rezervorul *4*, se deschid ventilele *9*, *17*, *18*, *10*, *11*, *12*, toate celelalte fiind închise. Datorită diferenţei de nivel dintre rezervor şi celulă, soluţia ajunge la baza probei din celula *1* pe care o udă prin ascensiune capilară. După trecerea soluţiei de ventilul *12*, acesta se închide, urmînd ca proba să rămînă în contact cu soluţia perioada de timp programată pentru saturare;

— pentru măsurătorile de curgere se elimină mai întîi aerul din colectorul *2* prin ventilul *7*, apoi se închide ventilul *9*, se deschid ventilele *19* şi *20*, iar cînd valoarea presiunii indicate de manometrul *16* este cea programată, se deschide şi ventilul *12*, urmînd a se măsura timpul de curgere al unei anumite cantităţi de soluţie prin probă;

— pentru schimbarea soluţiei de curgere cu alta, se închid ventilele *12*, *11*, *10*, *18*, *19* şi se deschid ventilele *9* şi *7* pentru scurgerea presiunii, iar ventilele *6* şi *8* se deschid pentru golirea colectorului şi rezervorului de vechea soluţie. În continuare se închid ventilele *6* şi *8*, urmînd a se turna în rezervor noua soluţie printr-o pîlnie ataşată deasupra ventilului *9*. Se va deschide apoi ventilul *18*, iar după eliminarea aerului prin ventilul *7* se va închide şi acesta. Din acest moment se poate trece la înlocuirea soluţiei din probă cu noua soluţie, procedîndu-se ca în cazul măsurătorilor de curgere descrise.

Prepararea probelor

Nisip cu granulaţia 0,1—0,2 mm, spălat şi uscat în etuvă la 105°C, este amestecat cu material argilos în proporţie de 12,5—20% (materialul argilos folosit este bentonita de Valea Chioarului).

Amestecul se face din cantităţi mici de material argilos şi nisip (2—3 g bentonită şi 15—17 g nisip), atît cît să umple o singură dată celula de curgere, pentru a se omogeniza mai uşor. Omogenizarea se face într-un pahar Berzelius, folosind o baghetă de sticlă.

La ieşirea din celula de curgere, în interior se fixează o placă poroasă, pe ea se toarnă un pat de nisip curat (circa 3 g), iar peste acest pat se toarnă amestecul nisip-argilă, care se tasează cu o baghetă de sticlă. Peste amestecul tasat se aşază o altă placă poroasă care va fi menţinută apăsat pe amestec de către un resort fixat în capacul de intrare al celulei. Celula cu probe în ea este fixată în suportul metalic al aparatului.

În cazul folosirii probelor mecanice din sonde, acestea, după mojarare şi îndepărtarea fracţiei mai mari de 0,6 mm (prin cernere), sînt tasate în celulă peste patul de nisip introdus în prealabil, ca şi în cazul probelor sintetice.

Condiţiile de încercare

În vederea estimării posibilităţii de folosire a acestor procedee pentru prevenirea apariţiei proceselor specifice blocajului în sondele de injecţie de apă, s-a folosit următorul test:

1 — proba este saturată în soluţie de NaCl pe o perioadă de timp stabilită, 24—28 h;

2 — se măsoară un timp de referinţă T_1 necesar curgerii prin probă, în condiţii de stabilizare a curgerii, a unei cantităţi de soluţie sub o diferenţă de presiune constantă;

3 — se trece prin probă şi se lasă în contact cu ea aceeaşi perioadă de timp ca la etapa 1 soluţia de încercat;

4 — se trece prin probă apă dulce şi se lasă în contact cu aceasta aceeaşi perioadă de timp ca la etapa 1;

5 — se măsoară în condiţiile de la etapa 2 timpul T_2 se curgere prin probă a apei dulci.

Raportul T_2: T_1 indică gradul de stabilizare realizat (cu cît valoarea raportului este mai mică, cu atît gradul de stabilizare este mai bun).

Pentru probele-martor nu se mai execută etapa 3 a testului. Rezultatele sînt trecute în tabelul 1.

Tabelul 1

Tratament probă	T_2 şi T_1 după anumite intervale de timp					Observaţii
	24h	24h	24h	72h	72h	
Netratată	2,11	2,08	2,01	1,98	1,98	apa ieşită din probă este tulbure
Tratată 3%	1,26	1,28	1,32	1,32	1,33	apa ieşită din probă este limpede [11]
cu soluţie 10%	1,12	1,12	1,14	1,14	1,15	
DT 20%	1,08	1,10	1,10	1,11	1,115	

Se observă, din tabelul 1, marea putere de stabilizare a produsului DT asupra argilelor de la concentraţii mici în produs. În condiţiile de aplicare a tratamentului, concentraţii mai mari de 10% în produs nu sînt indicate, ca neeconomice. Stabilitatea în timp — pe parcursul celor nouă zile de încercare — rămîne practic constantă.

Concluzii

1. Produsul organic anionic DT este un stabilizant eficace al materialelor argiloase din punctul de vedere al prevenirii fenomenelor specifice blocajului.

2. Stabilizarea argilelor se face pe perioade de timp relativ mari.

3. Contactarea mineralelor argiloase în condiţiile de strat de către produsul DT se face foarte uşor deoarece acesta se dizolvă în apă.

4. Aplicarea produsului DT pe mineralele argiloase din sistemul de pori se face în condiţiile în care se află acestea în rocile stratului, fără să mai necesite un tratament prealabil.

Bibliografie

[1] Grim, E. R. *Clay Mineralogy*. Second Edition, Mc-Graw-Hill Book Company, New York, 1969

[2] Genkina, I. B. *Adsortion of Active Petroleum (Asphaltenes) and Surfactants on Diferent Adsorbents*. Tr. Bashkir, Nauch Issled, Proekt Inst. Neft. Prom. nr. 4, 295, 1970.

[3] Lyutin, L. V., Burdyn T. A. *Adsorption of Asphaltenes in a Sratum and Its Efect on Permeability and Oil Production*. Tr. Ises Neftegazov, Nauch-Issled Inst. 53/117, 1970.

[4] Barkman, J. H. *An Oil-Coating Process to Stabilize Clays in Fresh Water flooding Operation* J.P.T., sept 1975, p. 1053.

[5] Clementz, M. D. *Interaction of Petroleum Heavy Ends with Montmorillonite*. Clays and Clay Minerals, vol. 24, p. 312, 1976.

[6] Clementz, M. D. *Clay Stabilization in Sandstones Through Adsorption of Petroleum Heavy Ends*, J.P.T., sept. 1977, p. 1061

[7] Czarnecka, E. Gillett, J. E. *Formation and characterization of Clay Complexes with Bitumen from Athabasca Oil Sand*. Clays and Clay Minerals, vol. 28, nr. 3, 1980, p. 197.

[8] Bezruc, V M. *Consolidarea pămînturilor* (Uz intern) I.C.Ch, Bucureşti.

[9] * * * *Reynolds — Chemical soil Stabilization* (uz intern) I.C.Ch. Bucureşti.

[10] Todor, N. D. *Stabilizant chimic anionic DT pentru pămînturi argiloase* (uz intern) I.C.Ch., Bucureşti.

[11] Gheorghiţoiu, M. *Contribuţii la cunoaşterea influenţei unor factori mineralogo-petrografici particulari asupra proceselor de blocare a productivităţii straturilor şi asupra tratamentelor pentru combaterea acestora*. Teză de doctorat, Ploieşti, 1983.

Terminologie şi concepte fundamentale inerente privind ingineria mecanică în tehnologia modernă*

Prof. dr. ing. **A. Pavel**
Institutul de petrol şi gaze Ploieşti

Potrivit celor statornicite prin preceptele dicţionarelor de limbă română, terminologia se înţelege ca fiind totalitatea termenilor de specialitate folosiţi într-o disciplină sau într-o ramură de activitate. Adeseori, totalitatea termenilor întrebuinţaţi într-o anumită specialitate sau într-un anumit domeniu de activitate, de regulă organizaţi metodic, se denumeşte nomenclatură. Nomenclatura se mai înţelege, de asemenea, ca fiind totalitatea termenilor caracteristici unei anumite ramuri a Ştiinţei, a Tehnicii etc. Ca atare, într-o accepţiune destul de largă şi mai ales în limbajul tehnic, privilegiat, terminologia şi nomenclatura se pot considera ca fiind sinonime, în practica românească de standardizare, preferîndu-se denumirea „terminologie".

Deşi se dispune de unele standarde indigene pentru terminologia tehnică generală**, terminologia uzuală şi conceptele fundamentale corespunzătoare privind ingineria mecanică în tehnologia (petrochimică) modernă, nefiind încă standardizate, prezintă numeroase inadvertenţe, dezacorduri, confuzii şi chiar erori potenţial grave. Terminologia standardizată referitoare la utilajele pentru industria chimică (STAS 8337-69) este restrînsă, unilaterală şi neactualizată, respectiv nealiniată la realizările progresului tehnic, fiind elaborată conform criteriilor tehnologiilor de proces şi, deci, dovedindu-se ineficace în ingineria mecanică. În sprijinul mecanicului petrochimist, se impune, aşadar, o structurare terminologică corespunzătoare şi formularea riguroasă cel puţin a conceptelor fundamentale inerente.

În contextul tematic al lucrării de faţă şi al altor lucrări de specialitate*, prin element (pl. elemente), se înţelege oricare parte constitutivă a unui întreg complex. Elementul de aparat, de recipient, de maşină sau de utilaj este acea partea componentă simplă, de-sinestătătoare (şurub, flanşă, garnitură de etanşare, ţeavă, robinet, supapă de securitate, manta, fund, capac, reazem, gură de vizitare, scară de acces şi servire etc.), a conductelor, recipientelor, aparatelor, maşinilor, mecanismelor şi dispozitivelor, care, prin felul în care este

* Prelegerea susţinută în cadrul cursurilor postuniversitare, organizate la Institutul de petrol şi gaze Ploieşti.

** Standardele existente sînt prezentate la finele articolului.

* A se consulta bibliografia cărţii *Pavel A.* Elemente de inginerie mecanică (pentru petrochimie). Bucureşti, Ed. didactică şi pedagogică, 1981.

construit și prin modul de funcționare, poate fi calculat și proiectat independent. În literatura de specialitate, mai veche, scrisă în limbaj tehnic tradițional, sinonimul elementului era o r g a n u l (de mașină etc.).

Ansamblul de cel puțin două elemente care sînt în interdependență, constituind un întreg organizat, se numește sistem (pl. sisteme). S i s t e m u l t e h n i c este un ansamblu unitar de corpuri solide și elemente de altă natură, realizate în parte sau total prin anumite procedee tehnice, care, potrivit unui anumit scop, este folosit în industrie, în transporturi, în agricultură, în laboratoare, în gospodărie etc. Prin sistem tehnic se înțeleg atît elementele de utilaje sau de mașini, conductele, recipientele, aparatele, mașinile, mecanismele, dispozitivele și instalațiile de orice fel, cît și clădirile, construcțiile industriale, digurile, podurile, șoselele, tunelurile etc.

Modul de organizare proprie, internă, de alcătuire a unui corp sau al unui sistem, respectiv modul de reunire a componentelor unui corp sau unui întreg organizat, caracterizat prin forma și dimensiunile fiecărei părți alcătuitoare, cum și prin aranjarea lor unele față de celelalte, constituie o s t r u c t u r ă (pl. structuri). Ansamblul de elemente îmbinate între ele, destinat să preia toate sarcinile care solicită sistemul, pentru a le transmite la reazeme sau la terenul de fundație, se numește s t r u c t u r ă d e r e z i s t e n ț ă. Explicativ, se menționează următoarele structuri de rezistență: mantalele și, uneori, chiar virolele, fundurile sau capacele, tubulaturile sau fasciculele și serpentinele tubulare, carcasele și construcțiile metalice ș.a. În tehnologia petrochimică modernă, de regulă, ingineria mecanică i d e n t i f i c ă structura, în general, cu structura de rezistență, în particular, conceptele respective subordonîndu-se, din punct de vedere tehnic, celui de sistem.

A p a r a t u l (pl. aparatele) este sistemul tehnic constituit din corpuri (elemente), cel puțin în parte solide, care servește la efectuarea unor operații bine determinate (transformări chimice, dirijare de energie, transformare statică a energiei dintr-o formă în alta, control al unor mărimi, control al stării unui sistem tehnic etc.), de TEHNICĂ sau de ȘTIINȚĂ. Se precizează că sistemele tehnice (manometre, termometre, termocuple, debitmetre, vacuummetre etc.) care servesc la măsurarea unor mărimi se numesc i n s t r u m e n t e d e m ă s u r a t (sing. instrument de măsurat). Varietatea aparatelor întîlnite în practica tehnologică petrochimică modernă este foarte mare, pentru exemplificare menționîndu-se doar cîteva tipuri reprezentative: aparate de schimb de căldură, aparate de încălzire și vaporizare (cuptoare tubulare, cazane de abur), aparate de tip coloană, aparate de amestecare, aparate de laborator, aparate de încercare, aparate de control, aparate de protecție (paratrăsnete), aparate de ridicat, aparate de oprire, aparate detectoare etc. Totalitatea aparatelor care pot fi folosite — independent de scop — într-o anumită ramură a TEHNICII sau a ȘTIINȚEI se denumește a p a r a t a j (pl. aparataje). Totalitatea aparatelor care asigură funcționarea, controlul ori reglarea unui anumit sistem tehnic, unei instalații etc. sau care servesc pentru efectuarea unor lucrări de cercetare se numește, în general, a p a r a t u r ă (pl. aparaturi).

Prin r e c i p i e n t (pl. recipiente) se înțelege oricare vas — de obicei închis — folosit pentru reținerea, colectarea, depozitarea (păstrarea), transportarea sau distribuirea unor materiale, substanțe sau produse — solide (în stare de bulgări, de grăunți sau de pulberi), lichide (sau lichefiate) ori gazoase. Vasele, respectiv recipientele, care servesc pentru depozitarea (păstrarea) fluidelor (petrol brut, produse petroliere, substanțe sau produse chimice, gaze, gaze lichefiate etc.) se numesc r e z e r v o a r e (sing. rezervor). Oricare vas (recipient) metalic care poate conține, în condiții sigure de rezistență, stabilitate și etanșeitate, un fluid sau un amestec de fluide, la o presiune mai mare decît presiunea atmosferică (deci la suprapresiune), se numește r e c i p i e n t s u b p r e s i u n e (pl. recipiente sub presiune).

Elementele, de obicei metalice, care au funcția de a îmbrăca sau înveli, cu scopul principal de a proteja în condiții corespunzătoare de rezistență, stabilitate și etanșeitate, un anumit sistem tehnic (de tip recipient, aparat tehnologic, rezervor, cisternă, conductă, cablu etc.), se numesc m a n t a l e (sing. manta). Mărimile nominale ale mantalelor sînt:

a — diametrul nominal Dn, care, aici, se identifică întotdeauna cu diametrul interior tehnologic D_{it} convențional (valoare geometrică);

b — presiunea nominală Pn, care, de această dată, se identifică cu presiunea de calcul $p = p_c$.

Prin c o n d u c t ă (pl. conducte) se înțelege un ansamblu de elemente și dispozitive (tubulaturi, armături, compensatoare de dilatație, îmbinări de diferite tipuri, reazeme etc.) separînd un spațiu — tubular — închis, față de mediul înconjurător, montate pe un traseu precis determinat, care servește la colectarea, transportarea și distribuirea mediilor de lucru (tehnologice) aflate în diferite stări de agregare (fluidă-lichidă, gazoasă, lichefiată, fluidizată; pulverulentă, granulată etc.). T u b u l a t u r a (pl. tubulaturile), care constituie partea principală a conductei, constă din țevile sau din tuburile ce separă (închid) spațiul prin care este vehiculat mediul de lucru, adică așa-numitul spațiul tubular, față de cel înconjurător. Mărimile nominale ale conductelor sînt: a) dia-

metrul nominal *Dn*, care, aici, se definește ca fiind un număr convențional ce servește pentru indicarea univocă a mărimii dimensionale a elementelor și dispozitivelor de conductă reciproc conectate și b) presiunea nominală *Pn*, care, în acest caz, este o mărime (presiune) convențională ce constituie un criteriu pentru clasificarea, proiectarea (calculul) și alegerea elementelor și a dispozitivelor de conductă. Pentru tubulatură, mărimile nominale *Dn* și *Pn* au, în general, semnificația unor recomandări.

M a ș i n a (pl. mașinile) este sistemul tehnic alcătuit din părți constitutive cu mișcări relative determinate, care servește pentru transformarea unei forme oarecare de energie în lucru mecanic util (m a ș i n ă d e l u c r u) sau pentru transformarea unei forme de energie în altă formă de energie, dintre care una este energia mecanică (m a ș i n ă d e f o r ț ă). În practica tehnologică petrochimică modernă se folosesc atît mașini de forță (pompe și compresoare de diferite categorii, motoare electrice de diferite tipuri, mașini termice etc.), cît și mașini de lucru (mașini d e p r e l u c r a t — prese, mașini de curbat țevi, strunguri, mașini de găurit, mașini de polizat, foarfece mecanice, mașini de dăltuit etc., mașini d e t r a n s p o r t a t — vehicule terestre, navale sau aeriene, transportoare, elevatoare etc.). Impropriu, uneori se numesc mașini diferite sisteme tehnice, cum sînt t r a n s m i s i i l e (care primesc și cedează energia sub aceeași formă), r e a c t o a r e l e tehnologice (care nu au corpuri solide în mișcare), m a ș i n i l e - i n s t r u m e n t (de măsurat, de încercat, de echilibrat, de calcul etc.), care pot determina anumite mărimi fizice sau relația dintre anumite mărimi.

I n s t a l a ț i a (pl. instalațiile) este un ansamblu de construcții, aparate, recipiente, rezervoare, mașini, mecanisme, instrumente etc., montat — în cîmpul unei anumite locații sau incinte — în scopul executării unei funcții sau operații date, în procesul tehnologic, în procesul de producție, în cercetare, în asigurarea condițiilor de lucru etc. Instalațiile specifice practicii tehnologice petrochimice actuale pot fi fixe (staționare) sau mobile, permanente sau temporare. Pot fi date numeroase exemple de astfel de instalații: instalații de transportat, instalații electrice, instalații sanitare, instalații automate, instalații de forță, instalații frigorifice, instalații termice, instalații de laborator, instalații-pilot, instalații industriale, instalații tehnologice (de distilare, de fracționare, de cracare, de cocsare, de reformare, de solventare, de piroliză etc.), instalații (rampe) de încărcat, instalații (rampe) de descărcat, instalații portuare etc.

În lucrarea prezentă, prin u t i l a j (pl. utilaje) se înțelege fiecare recipient, aparat, mașină, instalație, instrument, dispozitiv, sculă sau unealtă, diferite accesorii mai importante, precum și ansamblul sau anumite grupe (grupări) de recipiente, aparate, mașini, instalații, instrumente, dispozitive, unelte etc. necesare executării unei lucrări date, realizării unui proces tehnologic într-o întreprindere industrială, într-un laborator, într-un institut (centru) de cercetări etc., folosite într-o ramură industrială ș.a.m.d. După destinația sa, utilajul petrochimic poate fi t e h n o l o g i c (pentru desfășurarea sau executarea unui proces, a unor pro-

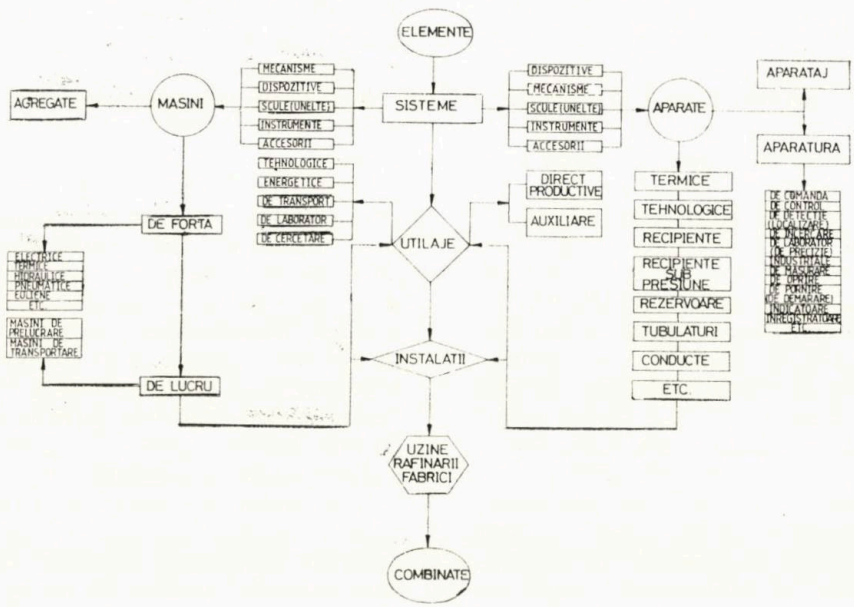


Fig. 1. Conexiunea conceptelor terminologice fundamentale privind ingineria mecanică în tehnologia petrochimică modernă

duse sau a unor lucrări), energetic (pentru producerea de energie), de transport, de laborator, de cercetare etc., iar după rolul și importanța lui, în procesul care se desfășoară, utilajul în discuție poate fi direct productiv (folosit nemijlocit la realizarea procesului, produselor sau la efectuarea lucrărilor principale caracteristice procesului) și auxiliar (folosit indirect la realizarea procesului, produselor sau la efectuarea de lucrări caracteristice).

O sugestie privind conexiunea conceptelor terminologice fundamentale, referitoare la tema abordată, este dată în figura 1.

Prin tradiție, cel puțin din punctul de vedere al tratării didactice, ecuația utilajului s-ar putea structura astfel:

$$\boxed{\text{UTILAJ}} = \boxed{\text{MAȘINI}} + \boxed{\text{APARATE}} + \boxed{\text{ALTE COMPONENTE}}$$

Se consideră următoarele noțiuni (concepte) fundamentale.

1. *Sarcina* (pl. sarcinile), care reprezintă o forță, un sistem de forțe sau un efect care se poate reduce la un sistem de forțe (fig. 2), a căror acțiune trebuie luată în considerație în calculele de rezistență și stabilitate ale unui element sau unei structuri; sarcinile verticale se numesc încărcări (sing. încărcare).

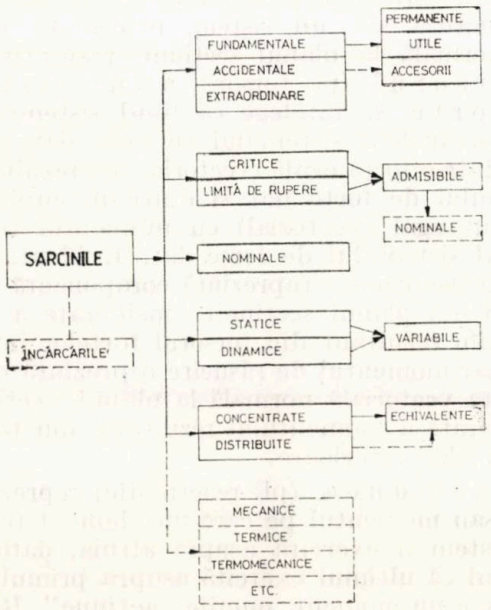


Fig. 2. Organigrama sarcinilor

Sarcină fundamentală este aceea care acționează în mod permanent sau regulat asupra unui element sau sistem. Sarcina fundamentală cu efect continuu asupra unui element sau sistem și care provine atît din greutatea proprie (greutatea elementului respectiv), cît și din greutatea moartă (greutatea elementelor suportate de către cel care se calculează), se numește sarcină permanentă. Sarcina utilă reprezintă fiecare dintre sarcinile (fundamentale) pentru care a fost executată structura dată (greutatea oamenilor, a instalațiilor, a mediilor de lucru; presiunea — interioară sau exterioară, uniformă sau neuniformă, respectiv hidrostatică; împingerea terenului etc.). Sarcina accesorie reprezintă sarcina (fundamentală) ce provine din modul de acționare al sarcinilor utile (forță centrifugă, forță de întindere, forță de compresiune etc.).

Sarcina accidentală se înțelege ca fiind sarcina ce solicită întîmplător sistemul, structura sau elementul și care, de obicei, este independentă de voința omului (exemple: presiunea vîntului, greutatea zăpezii, efectele variațiilor de temperatură, forța de frînare etc.). Unele sarcini accidentale, care, în anumite cazuri, își pierd caracterul neregularității (de exemplu, efectele variației temperaturii la aparatele tehnologice de schimb de căldură, de tip coloană, alte aparate și recipiente tehnologice etc.), sînt considerate sarcini accesorii.

Sarcina extraordinară reprezintă sarcina ce intervine în mod excepțional și care poate avea un caracter catastrofal, respectiv de calamitate. Asemenea sarcini provin din acțiunea cutremurelor (seismelor) și a inundațiilor, din efectele distrugerii (avarierii) intempestive a unor elemente, structuri sau sisteme, din efectele fenomenului de rezonanță, din condițiile de încercare la rece hidraulică sau pneumatică etc.

Sarcina minimă, pentru care un element, o structură sau un sistem trece din starea de echilibru stabil într-o stare de echilibru labil, se numește sarcină critică. Sarcina admisibilă reprezintă sarcina maximă ce poate fi aplicată unui element, unei structuri sau unui sistem și care, în calculele de rezistență sau de stabilitate, se înmulțește cu un coeficient (factor) de siguranță (de securitate) supraunitar, stabilit prin prescripții.

Sarcina nominală se înțelege ca fiind sarcina (capacitatea, puterea) pentru care este construit sau specificat un anumit element sau sistem tehnic. Sarcina limită de rupere reprezintă sarcina corespunzătoare stării limită la care se produce ruperea materialului de bază al unui element sau unei structuri. Evident, sarcina admisibilă reprezintă o fracțiune din sarcina limită de rupere, fiind egală, deci, cu raportul dintre aceasta din urmă și un coeficient de siguranță (factor de securitate) supraunitar.

Sarcina statică este aceea care solicită (încarcă) un element, o structură sau un sistem cu intensitate practic constantă în timp,

forţele de inerţie putînd fi neglijate. Sarcina a cărei valoare şi poziţie se aplică brusc (prin şoc) sau variază în timp (sarcină variabilă), aşa de repede, încît necesită introducerea în calcule a forţelor de inerţie, se numeşte s a r c i n ă d i n a m i c ă.

S a r c i n a c o n c e n t r a t ă reprezintă sarcina aplicată pe un domeniu atît de mic, încît acesta din urmă poate fi asimilat cu un punct, iar s a r c i n a d i s t r i b u i t ă reprezintă sarcina aplicată pe o suprafaţă sau în lungul elementului, structurii etc. S a r c i n a e c h i v a l e n t ă este o sarcină fictivă, uniform repartizată, care, în calculele de rezistenţă şi stabilitate, înlocuieşte sarcina concentrată.

2. *Forţa* (pl. forţele), este acea mărime (fizică, vectorială), ce măsoară interacţiunea dintre două elemente, structuri şi sisteme fizice sau tehnice (fig. 3). Un grup de forţe, care acţionează asupra unui punct material, element, structură sau sistem tehnic ori fizic, constituie s i s t e m u l (pl. sistemele) d e f o r ţ e.

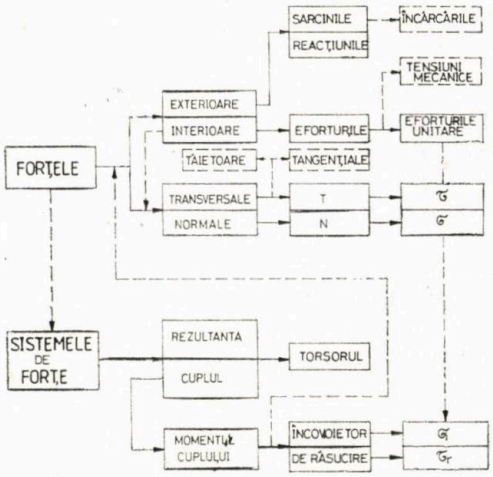


Fig. 3. Organigrama forţelor

F o r ţ a e x t e r i o a r ă reprezintă forţa ce se exercită asupra unui element şi sistem fizic sau tehnic, datorită acţiunii altor elemente sau, respectiv, sisteme. Forţe exterioare sînt şi pot fi (conform principiului acţiunilor reciproce) numai sarcinile (acţiunile, solicitările) şi reacţiunile. F o r ţ a i n t e r i o a r ă este forţa care se exercită asupra unei părţi dintr-un element şi sistem fizic sau tehnic, datorită acţiunii restului elementului sau sistemului (de asemenea potrivit principiului acţiunilor reciproce), adică datorită stării de solicitare. Forţa interioară se numeşte e f o r t (pl. eforturi), iar forţa interioară corespunzătoare unităţii de suprafaţă (arie a secţiunii transversale) se numeşte e f o r t u n i t a r sau tensiune (pl. tensiuni) mecanică.

F o r ţ a t r a n s v e r s a l ă (f o r ţ a t a n g e n ţ i a l ă, f o r ţ a t ă i e t o a r e) se înţelege ca fiind componenta, în planul secţiunii unei bare, a rezultantei forţelor interioare care lucrează asupra acelei secţiuni. F o r ţ a n o r m a l ă, denumită şi f o r ţ ă a x i a l ă, reprezintă componenta, după direcţia normalei la planul secţiunii unei bare (respectiv, după direcţia axei elementului solicitat), a rezultantei forţelor interioare care lucrează asupra acelei secţiuni.

Forţa unică la care, în anumite cazuri particulare, se poate reduce un sistem de forţe, se numeşte r e z u l t a n t ă (pl. rezultante). Aplicată unui sistem tehnic ori fizic, rezultanta produce acelaşi efect ca şi sistemul de forţe date care acţionează, în acelaşi timp, asupra sistemului respectiv. C u p l u l (pl. cupluri) este un sistem de două forţe egale, antiparalele, care acţionează asupra unui element, unei structuri sau unui sistem. Se precizează că distanţa dintre suporturile forţelor care alcătuiesc cuplul se numeşte b r a ţ u l (pl. braţele) c u p l u l u i.

Produsul dintre mărimea uneia dintre forţele cuplului şi braţul cuplului constituie m o m e n t u l (pl. momentele) c u p l u l u i. M o m e n t u l î n c o v o i e t o r (momentul de încovoiere) repreizintă suma vectorială a momentelor forţelor ce se exercită asupra uneia dintre cele două părţi, în care o secţiune împarte un element, o structură sau un sistem, proiectată pe acea secţiune. M o m e n t u l d e r ă s u c i r e (denumit şi moment de torsiune) reprezintă suma vectorială a momentelor forţelor ce se exercită asupra uneia dintre cele două părţi, în care o secţiune împarte un element, o structură sau un sistem, proiectată pe o axă normală la planul secţiunii respective.

T o r s o r u l (pl. torsorii) u n u i s i s t e m d e f o r ţ e se înţelege ca fiind sistemul de forţe echivalent sistemului de forţe dat, alcătuit dintr-o forţă egală (vectorial) cu rezultanta sistemului de forţe dat şi dintr-un cuplu de moment egal (vectorial) cu momentul rezultant al sistemului de forţe dat. Evident, momentul încovoietor reprezintă componenta vectorială din planul secţiunii considerate a momentului rezultant din torsorul forţelor interioare, iar momentul de răsucire reprezintă componenta vectorială normală la planul secţiunii considerate a momentului rezultant din torsorul forţelor interioare.

R e a c ţ i u n e a (pl. reacţiunile) reprezintă forţa sau momentul pe care un element (corp) sau sistem îl exercită asupra altuia, datorită faptului că ultimul exercită asupra primului o forţă sau un moment, numite „acţiune". Reacţiunea este egală şi de sens contrar acţiunii, conform principiului acţiunilor reciproce (respectiv, conform principiului acţiunii şi reacţiunii). În Rezistenţa materialelor, r e a c ţ i u n e a se defineşte ca reprezentînd forţa sau momentul de legătură într-un punct de rezemare, prin r e a z e m (pl. r e a z e m e), în acest caz, înţelegîndu-se legătura între un ele-

ment, o structură sau un sistem și teren sau un alt element, altă structură sau alt sistem.

3. *Solicitarea* (pl. solicitările), aceasta reprezentînd starea în care se găsește un element, o structură sau un sistem tehnic, cînd este supus acțiunii unui sistem de forțe sau altor acțiuni care se pot reduce la un sistem de forțe, care-și fac echilibru (fig. 4). Dacă solicitarea depășește anumite limite, atunci ea provoacă deteriorarea materialului, elementului, structurii sau a

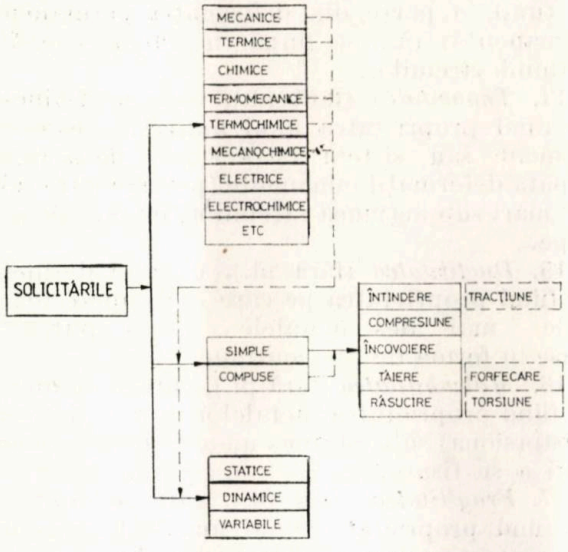


Fig. 4. Organigrama solicitărilor

sistemului tehnic respectiv. În Rezistența materialelor, prin s o l i c i t a r e se înțelege însăși tensiunea mecanică ce se stabilește în interiorul unui material sau al elementului, structurii ori sistemului tehnic, deosebindu-se solicitări mecanice, solicitări termice, solicitări electrice etc.

Solicitările mecanice și termomecanice reprezentative sînt următoarele:

— î n t i n d e r e a (t r a c ț i u n e a), definită ca fiind solicitarea care tinde să producă o lungire a unui element (corp) sau sistem (structură), sub acțiunea a două forțe coaxiale, egale, opuse și divergente;

— c o m p r e s i u n e a, definită ca fiind solicitarea care tinde să producă o scurtare a unui element (corp) sau sistem (structură), sub acțiunea a două forțe coaxiale, egale, opuse și convergente;

— î n c o v o i e r e a, definită ca fiind solicitarea unui element (corp) sau sistem (structură) care suferă, în fiecare secțiune, acțiunea unui moment încovoietor;

— t ă i e r e a (f o r f e c a r e a), definită ca fiind solicitarea în secțiunea unui element (corp) sau sistem (structură), datorită forțelor interioare transversale (tăietoare, tangențiale) care tind să provoace o lunecare a secțiunii peste secțiunea vecină;

— r ă s u c i r e a (t o r s i u n e a), definită ca fiind solicitarea unui element (corp) sau sistem (structură) care suferă, în fiecare secțiune, acțiunea unui moment de răsucire;

— s o l i c i t a r e a s i m p l ă, definită ca fiind una din solicitările mecanice menționate anterior (întindere, compresiune, tăiere, răsucire sau încovoiere);

— s o l i c i t a r e a c o m p u s ă, definită ca fiind solicitarea rezultantă a cel puțin două dintre solicitările mecanice simple (afară de întindere și compresiune), care acționează simultan în aceeași secțiune a unui element (corp) sau sistem (structură).

S o l i c i t a r e a s t a t i c ă se definește ca fiind solicitarea mecanică, termică, termomecanică etc. corespunzătoare aplicării unor sarcini statice de tip adecvat. La rîndul său, s o l i c i t a r e a d i n a m i c ă se definește ca fiind solicitarea mecanică, termică, termomecanică etc. corespunzătoare aplicării unor sarcini dinamice concordante. Evident, s o l i c i t a r e a v a r i a b i l ă se va defini ca fiind solicitarea mecanică, termică, termomecanică etc, corespunzătoare aplicării sarcinilor variabile specifice (mecanice, termice ș.a.).

4. *Bara* (pl. barele), care reprezintă elementul ce are una dintre dimensiuni — lungimea — mult mai mare decît dimensiunile secțiunii sale transversale și, deci, care poate apărea, în schemele de calcul, redus la axa sa geometrică. Bara a cărei solicitare preponderentă este încovoierea se numește g r i n d ă (pl. grînzi). S e c ț i u n e a (transversală) a u n e i b a r e (grinzi) reprezintă suprafața determinată de intersecția barei (grinzii) respective cu un plan normal pe axa ei geometrică (pl. secțiunile).

5. *Rezistența* (fără pl.), care se definește ca fiind proprietatea materialelor solide de a se opune la acțiuni (mecanice, termice, chimice, termomecanice, electrochimice etc.) care tind să le distrugă (rupă). Se deosebesc: rezistența la întindere (tracțiune), rezistența la compresiune, rezistența la încovoiere, rezistența la răsucire (torsiune), rezistența la coroziune, rezistența la eroziune, rezistența la atacul hidrogenului, rezistența la oxidare, rezistența la temperaturi ridicate, rezistența la ardere etc.

6. *Stabilitatea* (fără pl.), care se definește ca fiind proprietatea elementelor, structurilor și sistemelor de a-și menține poziția (starea, configurația, forma) sau de a reveni la poziția (starea, configurația, forma) inițială atunci cînd ele sînt deplasate (scoase) din poziția respectivă. În legătură cu stabilitatea sau, mai bine zis, cu i n s t a b i l i t a t e a, în literatura de specialitate se mai operează cu următoarele concepte tehnice (care n-au pl.): f l a m b a j u l sau f l a m b a r e a — pentru bare, v o a l a r e a — pentru plăci și c o l a p s u l sau c o l a p s a r e a — pentru învelișuri (mantale și alte structuri cu funcții similare).

7. *Efortul* (pl. eforturile), care reprezintă forța interioară (fig. 3) ce ia naștere sub acțiu-

nea unei solicitări (la care este supus elementul, corpul, structura sau sistemul ce se opune solicitării respective). Efortul unitar reprezintă efortul corespunzător unității de arie a secțiunii transversale aparținînd elementului, structurii, corpului sau sistemului solicitat. Efortul unitar normal (σ) reprezintă componenta efortului unitar după normala la secțiune, iar efortul unitar tangențial (τ) reprezintă componenta efortului unitar în planul secțiunii. Eforturile unitare (σ, τ) se mai numesc tensiuni mecanice.

8. *Lungirea* (*deformația liniară*) — (pl. lungirile) —, care reprezintă variația lungimii unui element sau sistem la deformarea acestuia, cînd elementul sau sistemul respectiv este supus acțiunii solicitărilor. Lungirea (deformația liniară) se mai definește, de asemenea, ca fiind diferența dintre lungimile unui element sau sistem, după și înainte de solicitarea sa la întindere sau la compresiune. Dacă această din urmă diferență este pozitivă (în cazul întinderii), atunci deformația se numește lungire, iar dacă diferența respectivă este negativă (în cazul compresiunii), atunci deformația se numește scurtare (pl. scurtări).

Lungirea specifică reprezintă cîtul dintre lungirea unui element ori sistem (sau a unei fibre de element ori de sistem), supus la întindere sau la compresiune și lungimea inițială a elementului ori sistemului respectiv (sau a fibrei respective de element ori de sistem).

9. *Lunecarea* (*deformația unghiulară* — (pl. lunecările) —, care reprezintă deformația constînd în variația unghiului format de două elemente liniare concurente ale unui corp sau sistem care — fiind solicitat — se deformează. Lunecarea specifică reprezintă variația (în radiani) a unghiului format de două drepte perpendiculare de pe o suprafață sau din interiorul unui corp (element) sau sistem care — fiind solicitat — se deformează.

10. *Elasticitatea* (fără pl.), care se definește ca fiind proprietatea unui material (și a elementelor, structurilor sau sistemelor alcătuite din acel material) de a se deforma sub acțiunea solicitărilor exterioare și de a reveni (de la însine) la forma și la dimensiunile inițiale după ncetarea solicitărilor respective.

11. *Rigiditatea* (fără pl.), care se definește ca fiind proprietatea unui element (corp solid) sau sistem (structură) de a se deforma (distorsiona) cît mai puțin (deci de a se opune deformării) atunci cînd asupra lui acționează forțe exterioare relativ mari.

12. *Flexibilitatea* (fără pl.), care se definește ca fiind proprietatea unui element (corp solid) sau sistem (structură) de a putea fi deformat (distorsionat) ușor (deci, de a nu se opune deformării) atunci cînd asupra lui acționează forțe exterioare.

13. *Plasticitatea* (fără pl.), care se definește ca fiind proprietatea unui material (solid sau păstos), respectiv element sau sistem (structură), de a căpăta deformații permanente sau remanente, fără fisurare (fără ruperi macroscopice), atunci cînd este supus unor anumite solicitări (care depășesc limita de elasticitate). Revenirea elastică se definește ca fiind proprietatea unui material, respectiv element sau sistem (structură), de a-și recupera, în timp, o parte din deformația permanentă (remanentă) rămasă după încetarea bruscă a acțiunii sarcinilor.

14. *Tenacitatea* (fără pl.), care se definește ca fiind proprietatea unui material, respectiv element sau sistem (structură), de a putea căpăta deformații remanente (permanente) relativ mari sub acțiunea sarcinilor, înainte de a se rupe.

15. *Ductilitatea* (fără pl.), care se definește ca fiind proprietatea pe care o au unele materiale — mai ales metalele — de a putea fi trase în formă de fire continue.

16. *Maleabilitatea* (fără pl.), care se definește ca fiind proprietatea metalelor de a se deforma (distorsiona) sub acțiunea unor forțe exterioare, fără a se fisura.

17. *Fragilitatea* (fără pl.), care se definește ca fiind proprietatea unui material, respectiv element sau sistem (structură), de a se rupe (de a plesni sau de a se sparge) brusc sub acțiunea sarcinilor, fără deformații permanente (remanente) apreciabile sau fără o absorbție deosebită de energie mecanică.

18. *Viscozitatea* (fără pl.), care se definește ca fiind proprietatea unui material, respectiv element sau sistem (structură), de a absorbi energie mecanică fără a se distruge. Proprietățile menționate la pozițiile 10...18 sînt centralizate și corelate în figura 5.

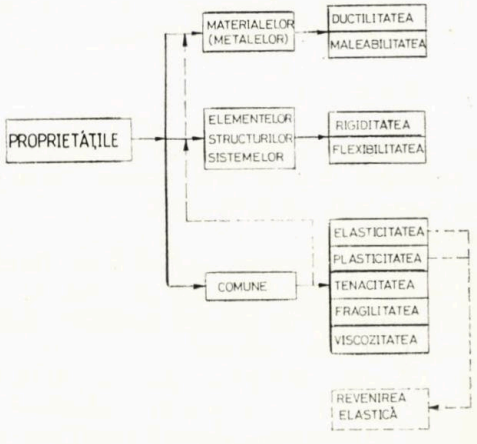


Fig. 5. Organigrama proprietăților materialelor, elementelor, structurilor și sistemelor tehnice

19. *Deformare* (pl. deformări), care reprezintă operația sau fenomenul prin care se obține o deformație, respectiv, o schimbare — în urma

apariției deformațiilor — a formei sau a dimensiunilor unui corp (element, structură, sistem) sau numai a unei porțiuni dintr-un corp (element, structură, sistem). Evident, d e f o r m a ț i a (pl. deformațiile) reprezintă rezultatul deformării unui corp (material) sub acțiunea unei (unor) forțe exterioare sau a unor tensiuni mecanice proprii, chiar în cazul cînd forma lui exterioară rămîne aceeași (schimbîndu-se numai pozițiile relative ale punctelor proprii — ca în situația unei răsuciri).

D e f o r m a ț i a e l a s t i c ă se definește ca fiind deformația (total reversibilă) ce dispare atunci cînd solicitarea care a provocat-o încetează de a mai acționa, iar d e f o r m a ț i a p e r m a n e n t ă (r e m a n e n t ă) se definește ca fiind deformația ce nu dispare atunci cînd solicitarea care a provocat-o încetează de a mai acționa.

D e f o r m a ț i a p l a s t i c ă se înțelege ca fiind deformația permanentă (remanentă) a unui material, respectiv element sau sistem (structură), supus unei solicitări dincolo de limita de elasticitate (practic, între limita de curgere și rezistență de rupere) și care crește continuu chiar fără creșterea solicitării.

D e f o r m a ț i a a d m i s i b i l ă reprezintă deformația — stabilită în mod convențional — ca fiind maximă permisă într-un element sau sistem (structură).

20. *Dilatarea* (pl. dilatările), care se înțelege ca fiind creșterea dimensiunilor unui corp (element) sau sistem (structură) numai datorită acțiunii căldurii. Ca atare, d i l a t a ț i a (pl. dilatațiile) se definește ca fiind mărimea cu care au crescut dimensiunile unui corp (element) sau sistem (structură) în urma unei dilatări.

21. *Curgerea* (pl. curgerile), respectiv c u r g e r e a p l a s t i c ă, care definește ca fiind deformarea plastică a unui material, element sau sistem (structură) sub acțiunea unei sarcini constante (dincolo de limita de elasticitate).

22. *Ruperea* (pl. ruperile), care se înțelege ca fiind distrugerea continuității unui material solid, respectiv element sau sistem (structură), sub acțiunea unor solicitări (statice, dinamice sau variabile, respectiv prin oboseală). R u p e r e a p l a s t i c ă se identifică cu cea produsă în urma dezvoltării unor deformații plastice, avînd caracter tenace, iar r u p e r e a f r a g i l ă se definește ca fiind ruperea ce nu este precedată de apariția unor deformații plastice. Ruperile cu caracter tenace-fragil se numesc r u p e r i m i x t e (fig. 6).

23. *Capacitatea portantă* (pl. capacitățile portante), care se definește ca fiind limita domeniului sistemelor de sarcini pentru care nu se produce cedarea, respectiv ruperea sau pierderea stabilității unui element sau sistem (structură).

24. *Construcția* (pl. construcțiile), definită ca fiind lucrarea, legată de teren, executată din diverse materiale, de obicei pe baza unui proiect, care servește unor scopuri bine precizate (adăpostirea oamenilor, adăpostirea utilajelor, instalațiilor și materialelor, pentru desfășurarea proceselor de producție etc.).

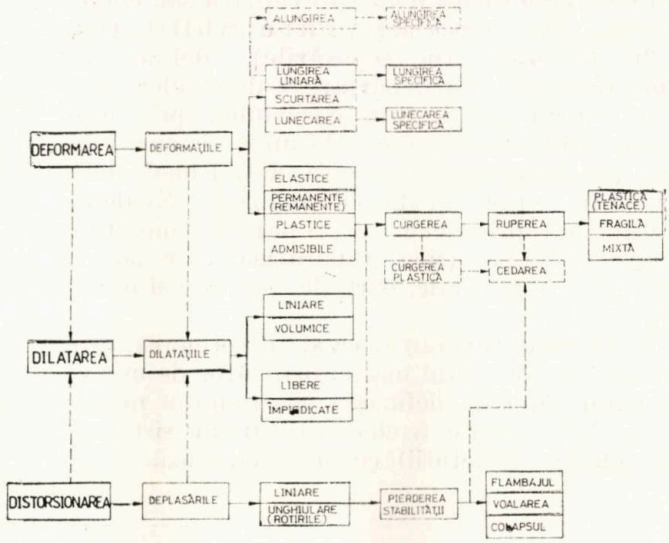


Fig. 6. Organigrama deformării (deformațiilor) și distorsionării (deplasărilor)

25. *Montarea* (pl. montările), definită ca fiind asamblarea elementelor structurilor sau ale unui sistem tehnic, așezîndu-le în pozițiile pe care ele trebuie să le ocupe, pentru ca structura sau sistemul în cauză să poată funcționa în bune condiții. Ansamblul rezultat dintr-o operație de montare constituie m o n t a j u l (pl. montajele).

26. *Încercarea* (pl. încercările), care se referă la determinarea experimentală a caracteristicilor (proprietăților) materialelor, elementelor, structurilor sau sistemelor tehnice, prin supunerea acestora unei sau mai multor solicitări de anumită natură (tensiune mecanică, variație de temperatură etc.).

27. *Exploatarea* (pl. exploatările), definită ca fiind totalitatea lucrărilor de punere în valoare a unui bun fie natural (exploatare petroliferă), fie reprezentate de un sistem tehnic sau de o instalație (exploatarea unei instalații tehnologice, exploatarea unei rafinării, exploatarea unui combinat petrochimic, exploatarea unei baze petroliere, exploatarea unei rampe de încărcare-descărcare, exploatarea unor instalații portuare etc.).

28. *Revizia* (pl. reviziile), definită ca fiind operația de cercetare și de verificare (operații de control și examinare) a unor elemente sau sisteme tehnice (structuri), în timpul exploatării acestora, în scopul detectării defectelor, pentru a le remedia.

29. *Întreținerea* (pl. întreținerile), definită ca fiind ansamblul lucrărilor, periodice sau întîm-

plătoare, care trebuie executate la un sistem tehnic (structură) sau element, pentru a le menține în bune condiții de folosire, atît prin prevenirea defectărilor, accidentărilor și avarierilor, adică a cedărilor, cît și prin înlăturarea micilor defectări curente. În limbajul tehnic modern, conceptul de întreținere este inclus în cel de m e n t e n a n ț ă (preventivă sau corectivă), căreia i se asociază m e n t e n a b i l i t a t e a.

30. *Repararea* (pl. reparările), definită ca fiind procesul de îndepărtare a defectelor, provenite prin uzură, prin coroziune, prin eroziune, prin accident etc., ale unor sisteme tehnice (structuri) sau elemente, astfel încît acestea să fie readuse în stare de utilizare. Evident, rezultatul proceselor de reparare constituie r e p a r a ț i i l e (sing. reparația), care pot fi capitale sau generale, parțiale, curente și periodice.

În prezent repararea, ca și întreținerea, este inclusă în conceptul mai cuprinzător de m e n t e n a n ț ă, care definește așa-numita m e n t e n a b i l i t a t e a elementului sau sistemului tehnic (structurii) ce se analizează.

32. *Securitatea tehnică* (fără pl.), definită ca fiind starea raporturilor relative dintre diferite sisteme tehnice, structuri, elemente etc., în general, sau dintre un anumit sistem tehnic (structură), element etc. și mediul înconjurător ori om, în particular, starea respectivă fiind creată ca urmare a respectării și aplicării unor măsuri tehnice, prevăzute în proiecte (tehnice, de execuție, de montaj etc.), în scopul prevenirii și al combaterii avariilor și(sau) accidentelor.

Aici, a v a r i a (pl. avariile) se înțelege ca fiind deteriorarea unui element sau sistem tehnic (structură), datorită unui accident sau datorită funcționării ori utilizării defectuoase a elementului, structurii, sistemului etc. la care se face referirea.

A c c i d e n t u l t e h n i c (pl. accidentele tehnice) se definește ca fiind evenimentul întîmplător și neprevăzut, produs în timpul funcționării unui element sau sistem tehnic (structură), care cauzează o avarie.

În condițiile ingineriei mecanice din tehnologia petrochimică modernă, organizarea rezolvării problemelor de rezistență și stabilitate ale elementelor, structurilor și sistemelor tehnice corespunzătoare se poate structura așa cum se exemplifică în figura 7.

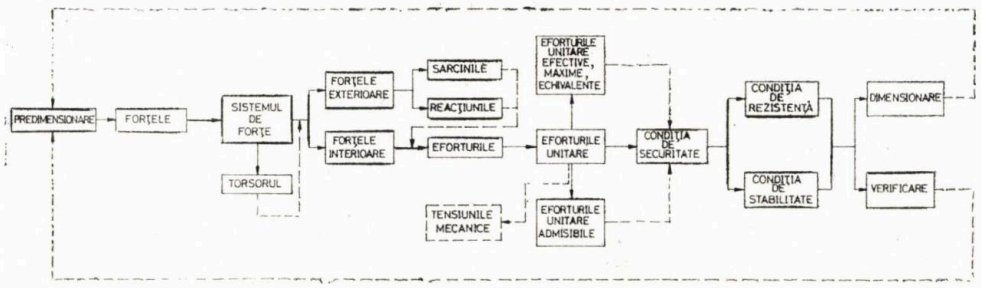


Fig. 7. Organigrama rezolvării problemelor de rezistență și stabilitate ale elementelor, structurilor și sistemelor tehnice.

31. *Supravegherea tehnică* (fără pl.), reprezentînd forma generală, fundamentală, a activității de stat, înfăptuită de către organele „Inspecției pentru cazane, recipiente sub presiune și instalații de ridicat" (ISCIR)*, constînd în supravegherea respectării legislației tehnice (v. toate prescripțiile tehnice ISCIR de tip C, R sau CR) de către ministerele economice și celelalte organe centrale ale administrației de stat, consiliile populare, personalul tehnic de specialitate etc.

* Sau, dacă este cazul, de către organele „Registrele Navale" (RN), aceasta din urmă fiind o instituție de stat sau particulară care se ocupă cu clasificarea și cu stabilirea normelor generale de construcție a navelor, pentru a asigura rezistența lor în navigație pe baza caracteristicilor stabilite prin „Convenția internațională pentru siguranța navelor de comerț și a vieții umane pe mare".

** STAS 1814-83. Mecanică teoretică. Terminologie, simboluri și unități de măsură. STAS 9488-74. Mecanica fluidelor. Terminologie, simboluri, unități de măsură. STAS 3061-74. Hidraulică. Terminologie, simboluri, unități de măsură. STAS 1647-70. Căldură. Terminologie. STAS 1963-81. Rezistența materialelor. Terminologie și simboluri. STAS 6488-67. Solicitări variabile periodice. Terminologie și simboluri. STAS 8147/1-80. Tensometrie electrică rezistivă. Terminologie. STAS 8174/1,2,3-77. Fiabilitate, mentenabilitate și disponibilitate. Terminologie. STAS 8337-69. Utilaje pentru industria chimică. Terminologie. STAS 9149-77. Instalații de ardere și arzătoare de combustibil gazos și lichid. Clasificare și terminologie.

INFORMARE

Organizată în cadrul Festivalului Național „Cîntarea României" sesiunea anuală de comunicări științifice a Centrului de cercetări pentru securitate minieră din Petroșani, avînd ca temă *Creșterea gradului de protecție a muncii în industria minieră*, s-a desfășurat la sediul instituției în zilele de 30 —31 mai 1985.

Participarea la sesiune, situîndu-se la nivelul interesului suscitat de tematica acesteia, a întrunit peste 150 de cercetători, proiectanți și specialiști practicieni din industria minieră. Au fost astfel prezenți în sala de festivități a centrului inspectorii generali din Ministerul Minelor — ing. Romică Stanciu și ing. Nicon Săia, inspectori generali din Ministerul Muncii, inginerii șefi securitate minieră din centrale, combinate și întreprinderile miniere direct subordonate Ministerului Minelor, șefi ai birourilor de protecție a muncii, inspectorii șefi ai I.S.T.P.M. din județele Hunedoara, Gorj, Prahova, Baia Mare, Bacău, Sălaj etc., cadre didactice de la Institutul de Mine din Petroșani, cercetători și proiectanți de la alte institute din Ministerul Minelor.

Sesiunea a fost deschisă de dr. ing. Gheorghe Micheș, președintele Consiliului Științific al C.C.S.M. care a salutat participarea la acest eveniment a tuturor invitaților. Prof. univ. dr. ing. Constantin Teodorescu, directorul C.C.S.M., în alocuțiunea sa de deschidere a lucrărilor sesiunii științifice, a subliniat că noua condiționare tehnico-științifică a procesului de exploatare capătă azi mai mult ca oricînd — o autoritate sporită, multiplicînd greutatea protecției muncii ca și criteriu eliminatoriu pentru producția minieră, atît în subteran, cît și la zi. Arătînd că în cei 36 de ani de existență C.C.S.M. și-a adus o remarcabilă contribuție în dificilul și în același timp nobilul domeniu de activitate care i s-a încredințat, domnia sa a asigurat pe participanți că specialiștii centrului vor fi permanent alături de instituțiile pe care le reprezintă, acordînd întotdeauna un sprijin competent în rezolvarea sarcinilor pe care le au de îndeplinit.

În ședința de deschidere au mai luat cuvîntul: ing. Aurel Nicola, secretar al Comitetului Municipal P.C.R. Petroșani, dr. ing. Lucian Berceanu, reprezentantul Ministerului Minelor și ing. Marian Angelescu, inspector șef de stat din cadrul I.S.P.M., subliniind importanța lucrărilor sesiunii, a sarcinilor ce trebuie să stea în fața personalului C.C.S.M. pentru asigurarea gradului de protecție a muncii reclamat de producție.

În cadrul sesiunii s-au prezentat 43 de referate, cuprinzînd efortul creator al cercetătorilor de la C.C.S.M. în ultimii doi ani, relevîndu-se că soluțiile propuse și/sau implementate deja asigură, cu prisosință, aducerea la zi a exigențelor de protecție a muncii, implicate de noile tehnici și tehnologii de extracție.

Lucrările științifice prezentate la sesiune au vizat toate domeniile de cercetare ale C.C.S.M. — prevenirea și combaterea pericolului acumulărilor de metan, aeraj și climatizarea minelor, tehnologia lucrărilor de împușcare și materiale explozive, prevenirea și combaterea focurilor endogene, electrosecuritate, combaterea pulberilor pneumoconiotice, a zgomotului și vibrațiilor și psihosociologia muncii în industria minieră —, iar discuțiile purtate pe marginea lor — veritabil proces de intercomunicare umană — au relevat modalități valide de operaționalizare a principiilor sistemului de prevenție în minerit.

Sesiunea și-a încheiat lucrările cu o masă rotundă — *Posibilități de creștere a aportului cercetării științifice în domeniul securității muncii în industria minieră* — cu largă participare, la care au fost dezbătute acțiunile ce trebuie întreprinse de C.C.S.M. și ceilalți factori de răspundere, în plan tehnic, tehnologic și organizatoric, menite să contribuie la creșterea gradului de securitate a muncii în industria minieră, a calității muncii și vieții personalului unităților miniere.

Sociolog **P. Hadgia**

Revista MINE, PETROL și GAZE este editată de Oficiul de informare documentară pentru industria minieră, București, Calea Victoriei 220, sector I, cod. 71104, C.P. 22 — 146, telefon 59.29.75.
Tiparul: Intreprinderea poligrafică „Informația", str. Brezoianu nr. 23—25, București c. 1280

Prețul: 13 lei/exemplar

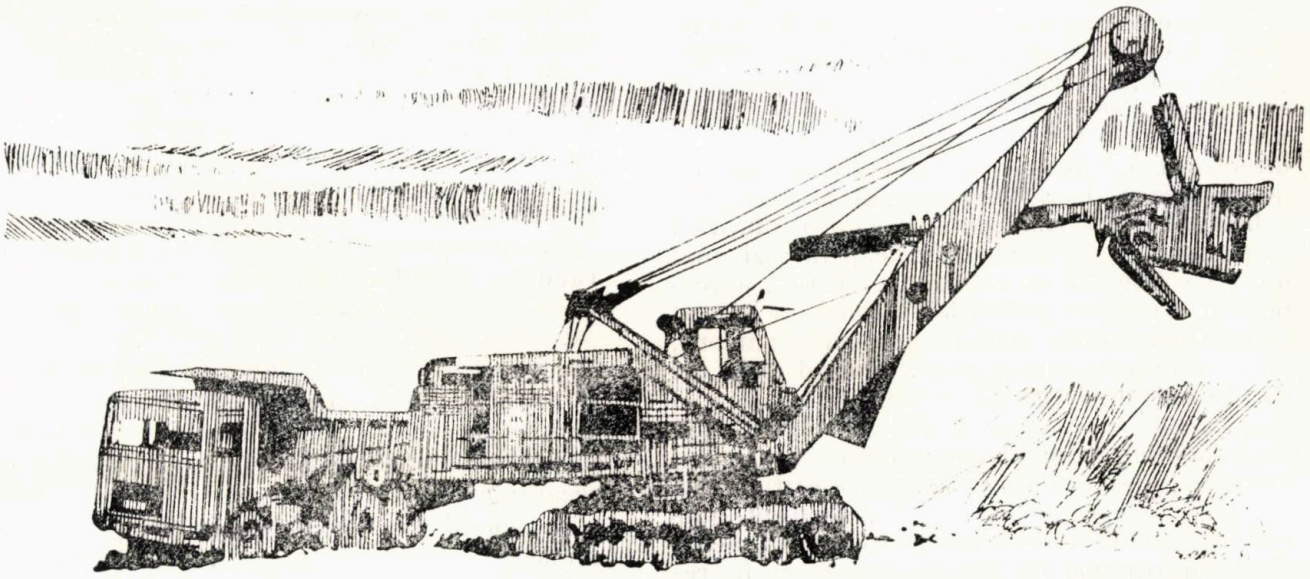
Corector: Cornelia Popa; grafica: A. Socaciu

c. 1280

INTREPRINDEREA MINIERA DOBROGEA

produce şi livrează:

- Calcar de Mahmudia;
- Calcar de Corbu;
- Calcar de Băneasa;
- Diatomită măcinată şi granulată de Adamclisi;
- Dolomită granulată de Ovidiu;
- Bentonită diatomitică activată;
- Cuarţită de Dealu-Cerna;
- Cretă preparată;
- Argilă caolinoasă;
- Pirită 40%;
- Concentrat colectiv de plumb şi zinc;
- Concentrat cupros;
- Barită;
- Concentrat de fier.



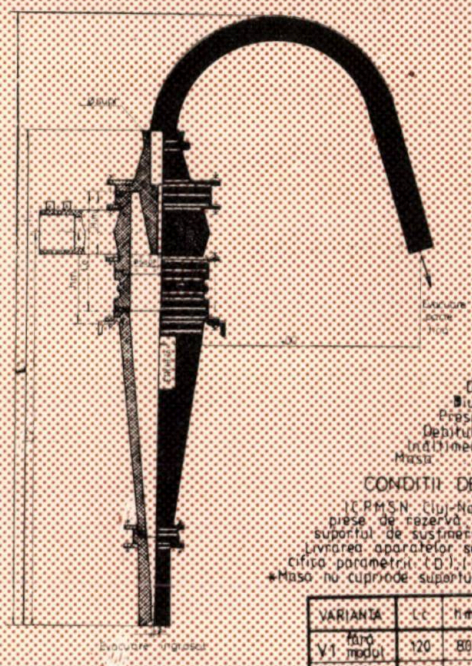
MINISTERUL MINELOR
CENTRALA
SARII SI NEMETALIFERELOR
INTREPRINDEREA MINIERA DOBROGEA

CONSTANTA, str. N. Titulescu nr. 7, cod 8700

M M · CSN
INSTITUTUL DE CERCETĂRI ȘI PROIECTĂRI MINIERE PENTRU SUBSTANȚE NEMETALIFERE

LIVREAZĂ PE BAZĂ DE COMANDĂ

HIDROCICLON Ø100



DOMENIUL DE UTILIZARE

Hidrociclonul Ø100 se folosește în instalațiile de preparare a substanțelor minerale utile ca aparat de clasare, deslamare, îngroșare și concentrare.

CARACTERISTICI CONSTRUCTIVE

Aparatul este format din elemente modulate de cauciuc care se asamblează între ele cu flanșe și șuruburi.
Construcția modulată permite variația parametrilor hidrociclonului în funcție de caracteristicile substanței minerale, prelum și îndocuirea porțiunilor cu uzură pronunțată.

CARACTERISTICI TEHNICE

Diametrul nominal	D = 100 mm
Lungimea părții cilindrice	Lc = 120, 180, 240, 300
Adîncimea de inerție	Him = 90, 95, 100, 105, 110, 115
Dimensiunea fantei de intrare	a × b = 7 × 45
Conicitatea	α = 10°
Diuza suprascurgere	Φsupr = 10, 14, 18, 20, 24, 28, 32
Diuza evacuare	Φ = 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15
Presiune maximă de lucru	p max = 0,18 MPa
Debitul de alimentare	Q max = 6 ÷ 12 mc/h
Înălțimea	H max = 1149 mm (maxim)
Masa	= 10,30 kg (maxim)

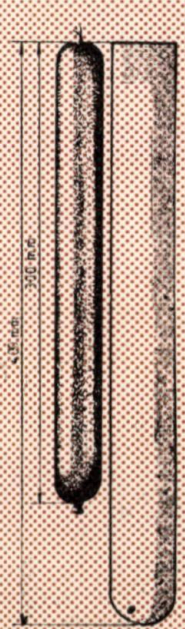
CONDIȚII DE LIVRARE

I.C.P.M.S.N. Cluj-Napoca furnizează hidrociclonele împreună cu seturi de piese de rezervă ambalate în sacii de polietilenă. Coletul conține și suportul de susținere.
Livrarea aparatelor se face pe bază de comandă în care se vor specifica parametrii (D), (Lc), (Him), (Φ), (Φsupr).
*Masa nu cuprinde suportul de susținere.

VARIANTA	Lc	Hm	Him	L	L1	L2	Φsupr	Φ	Mmasa (kg)
V1 fără modul	120	80	90-115	969	764	619	10÷34	3÷15	6,90
V2 1 modul	180	140	90-115	1029	824	679	10÷34	3÷15	8,20
V3 2 module	240	200	90-115	1089	884	739	10÷34	3÷15	9,10
V4 3 module	300	260	90-115	1149	944	799	10÷34	3÷15	10,30

fiole și cartușe

pentru fixarea ancorelor cu rășini poliesterice



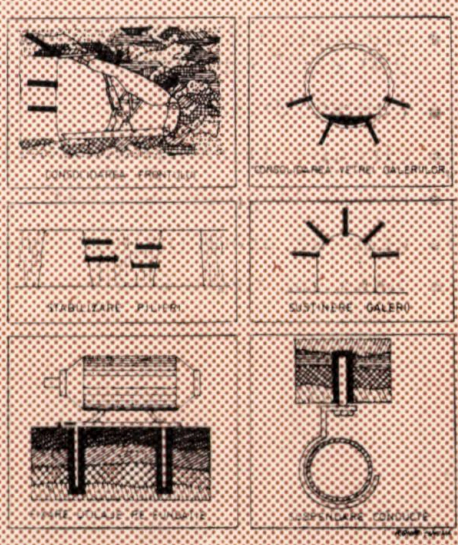
CARACTERISTICI

	CARTUȘE	FIOLE
• DIAMETRU	25 ± 1 mm	25 ± 1 mm
• LUNGIMEA	300 ± 10 mm	400 ± 10 mm
• VOLUM	~147 cm³	~195 cm³
• TIMP DE INTĂRIRE LA 20°C	5 minute	5 minute
• REZISTENȚA LA COMPRESIUNE	700-800 daN/cm²	700-800 daN/cm²
• REZISTENȚA LA FORFECARE	70 daN/cm²	70 daN/cm²
• AMBALARE CUTII	70 cartușe	70 fiole
• TERMEN DE GARANȚIE	3 luni	3 luni
• PREȚ DE LIVRARE	12,20 lei/buc	20,00 lei/buc

AVANTAJE

- SIGURANȚA ÎN FUNCȚIONARE
- PREIA SARCINI LA SCURT TIMP DUPĂ MONTARE
- ASIGURĂ PORTANȚE MARI PÎNĂ LA 20 t/ancora
- TEHNOLOGIE DE MONTARE SIMPLĂ
- DOMENII LARGI DE APLICABILITATE
- PRIN APLICAREA SISTEMULUI SE REDUCE CONSUMUL DE LEMN ȘI METAL LA SUSȚINEREA LUCRĂRILOR MINIERE
- PE BAZĂ DE COMANDĂ POT FI LIVRATE CARTUȘE ȘI FIOLE DE TIP Φ-DIMENSIUNI DIFERITE, CU TIMP DE INTĂRIRE SCURT (PÎNĂ LA 60°) SAU ÎNTÎRZIERE DE INTĂRIRE MAI MARE

DOMENII DE APLICARE



1985 JUL 22

MINISTERUL MINELOR - COMBINATUL MINIER VALEA JIULUI
ÎNTREPRINDEREA DE PIESE DE SCHIMB REPARAŢII UTILAJE ŞI ECHIPAMENTE ELECTROTEHNICE MINIERE PETROŞANI

PRODUCE: CUTIE DE RAMIFICATIE MODULARA

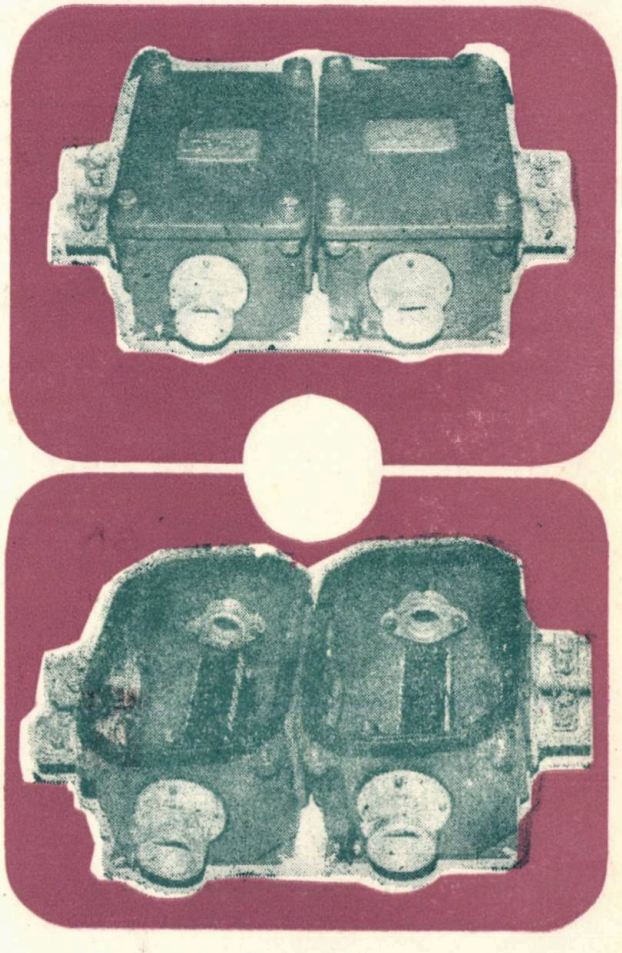
SE UTILIZEAZA IN INSTALATIILE TELEGRIZUMETRICE PENTRU REALIZAREA CONEXIUNILOR PE TRONSOANELE PRINCIPALE DE CABLURI CU NUMAR MARE DE CONDUCTOARE.

In principiu, un modul se compune dintr-o cutie din tablă închisă etanş cu un capac din tablă ambutisată. In interior este prevăzut cu un şir de cleme.

- Racordarea cablurilor se face prin introducătoare de cablu.
- Cutiile se pot cupla formînd şiruri de cutii.

CARACTERISTICI TEHNICE:

- dimensiuni de gabarit: 270 x 222 x 117 mm;
- introducătoare: 6 buc.
- circuite de racordare: 15 buc.
- modul de protecţie: ExiI;
- grad de protecţie normală: IP 54;
- masa informativă: 4 kg.



E 1445

MINE PETROL GAZE

BUCUREȘTI — ROMÂNIA * Vol. 36, iulie 1985

7

MINISTERUL MINELOR

COMBINATUL MINIER VALEA JIULUI

INSTITUTUL DE CERCETĂRI ŞI PROIECTĂRI MINIERE PENTRU CĂRBUNE PETROŞANI

EFECTUEAZA :

- Cercetări privind exploatarea, prepararea şi industrializarea cărbunelui.
- Proiecte tehnologice şi documentaţii tehnico-economice pentru obiective de investiţii privind exploatarea, prepararea şi industrializarea cărbunelui, dezvoltarea unităţilor de fabricare şi reparare a utilajelor miniere.
- Cercetări şi proiecte privind mecanizarea şi automatizarea minelor, modernizarea şi asimilarea utilajelor specifice industriei cărbunelui.
- Colaborări cu uzine constructoare de maşini din ţară şi străinătate privind adaptarea utilajului minier la condiţiile specifice din Valea Jiului.
- Cercetări şi proiectări privind cooperarea externă în domeniul extracţiei şi preparării cărbunelui.

I.C.P.M.C. PETROSANI
str. Mihai Viteazu nr. 3
cod 2675, jud. Hunedoara

MINE, PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR ŞI MINISTERULUI PETROLULUI

ANUL XXXVI

Nr. 7 1985

CUPRINS

* * * **Vizita de lucru a tovarăşului NICOLAE CEAUŞESCU în unităţi din judeţul Gorj** 321

Fotă, D., Medveş, E., Nicolescu, C., Petrescu, A. **Calculul portanţei susţinerilor pentru galerii şi corelarea acestora cu starea de tensiuni din jurul lucrării miniere** 323

Cozma, St. **Consideraţii asupra subminării blocurilor tectonice apropiate la exploatarea zăcămintelor din cristalinul munţilor Maramureşului** 328

Micu, I., Boroş, A. **Aspecte privind asecarea formaţiunilor acvifere situate în acoperişul şi culcuşul stratelor de lignit din bazinul Căpeni – Baraolt – Virghiş** 331

Ghiţă, C., Bitir, P., Ignat, T. **Reducerea prin aeraj a gradului de prăfuire în abatajele frontale cu tăiere mecanizată din Valea Jiului** 335

Zamfir, V., Andraş, I., Bolog, C. **Proiectarea mecanismului pentru deschiderea-închiderea automată alternativă a uşilor podurilor de siguranţă din puţurile de mină în săpare (I)** 338

Dobrescu, L., Vişan Sanda **Recuperarea cuprului din soluţii rezultate în procese hidrometalurgice** 343

Minescu, Fl., Soare, Al. **Curgerea omogenă prin microcanale rugoase** 346

Turtă, Al., Socol, S., Traşcă, N., Ilie, N. **Aplicarea combustiei subterane de scurtă durată în România** 352

Gheorghiţoiu, M. **Unele aspecte ale stabilizării argilelor cu ioni hidrolizaţi de aluminiu** 365

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. **VASILE SCRIPAŢ**, *preşedinte*; dr. ing. **GHEORGHE ALDEA**; ing. **ŞTEFAN BENEA**; dr. geol. **IOSIF BERCIA**; ing. **TEODOR BORU**; dr. ing. **GHEORGHE DONŢOV DANU**; dr. ing. **IANCU GEANGĂLĂ**; dr. ing. **FLOREA NEAGU**; ing. **NICOLAE PANTILIE**; **ELENA VRÂNCEANU**, *redactor.*

REZUMATE

* * * *Vizita de lucru a tovarăşului NICOLAE CEAUŞESCU în unităţi din judeţul Gorj*
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 7, 1985

C.Z. 622.281 : 622.834.2

Fotă, D. ş. a. *Calculul portanţei susţinerilor pentru galerii şi corelarea acestora cu starea de tensiuni din jurul lucrării miniere*

Se prezintă metodologia de calcul a capacităţii portante pentru diverse tipuri de susţinere utilizate în lucrările miniere orizontale, iar, în final – modul de corelare a portanţei susţinerii cu regimul de presiuni din jurul lucrării miniere.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 7, 1985

C.Z. 551.24 : 622.34

Cozma, St. *Consideraţii asupra subminării blocurilor tectonice apropiate la exploatarea zăcămintelor din cristalinul munţilor Maramureşului*

Se examinează situaţia cînd anume două blocuri tectonice alăturate, separate de un plan de faliere, se influenţează reciproc prin subminare, sau nu, şi deci pot sau nu pot fi exploatate simultan.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 7, 1985

C.Z. 622.332 : 622.524

Micu, I., Boroş, A. *Aspecte privind asecarea formaţiunilor acvifere situate în acoperişul stratelor de lignit din bazinul Căpeni – Baraolt – Virghiş*

Pe baza observaţiilor directe şi a unor supoziţii teoretice, autorii încearcă să stabilească punctul de plecare spre rezolvarea problemelor de natură hidrogeologică care se manifestă în bazin.
Mine, Petrol şi Gaze vol. 36, nr. 7, 1985

C.Z. 622.411 : 622.807 : 622.232.7

Ghiţă, C., Bitir, P., Ignat, T. *Reducerea prin aeraj a gradului de prăfuire în abatajele frontale cu tăiere mecanizată în Valea Jiului*

Avînd în vedere condiţiile specifice minelor din Valea Jiului, pentru reducerea prafului pneumoconiotic în abatajele cu tăiere şi susţinere mecanizată, autorii recomandă realizarea de viteze de circulaţie a aerului cuprinse între 1,25 şi 1,6 m/s.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 7, 1985

C.Z. 622.257 : 621.86.078.3

Zamfir, V., Andraş, I., Bolog, C. *Proiectarea mecanismului pentru deschiderea-închiderea automată alternativă a uşilor podurilor de siguranţă din puţurile de mină în săpare* (I)

Este prezentată metoda grafică de sinteză a profilului camelor de pe sania de ghidare a saniei chiblei pentru deschiderea şi închiderea automată alternativă a uşilor podurilor de siguranţă,într-un nou procedeu şi instalaţie, aplicat la puţurile de mină în săpare. Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 7, 1985

C.Z. 669.3

Dobrescu, L., Vişan Sanda *Recuperarea cuprului din soluţii rezultate în procese hidrometalurgice*

Autorii analizează separarea cuprului din soluţii acide, în prezenţă de ioni de zinc şi de fier, utilizînd cementarea cu zinc metalic şi schimbul ionic.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 7, 1985

C.Z. 621.316

Minescu, Fl., Soare, Al. *Curgerca omogenă prin microcanale rugoase*

Este evidenţiată influenţa rugozităţii asupra pierderilor de sarcină hidraulică în acest regim de curgere, introducîndu-se un coeficient de microrugozitate. Rezultatele obţinute pot fi folosite la descrierea curgerii şi a altor fenomene în mediile poroase la scară micro. Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 7, 1985

C.Z. 662.6

Turtă, Al. ş.a. *Aplicarea combustiei subterane de scurtă durată în România*

Autorii analizează sistematic toate procesele de combustie subterană de scurtă durată efectuate şi performanţele acestora în diferite condiţii şi la diferiţi parametri ai procesului. În acest scop s-au analizat nu numai procesele proiectate ca atare, ci şi cele proiectate iniţial ca procese de combustie continuă, dar transformate pe parcurs în procese de combustie subterană de scurtă durată, din diferite motive. Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 7, 1985

C.Z. 622.361 : 669.7

Gheorghiţoiu, M. *Unele aspecte ale stabilizării argilelor cu ioni hidrolizaţi de aluminiu*

Autorul îşi propune verificarea unor rezultate de stabilizare a argilelor folosind hidrolizaţi de aluminiu, găsirea unor condiţii concrete de preparare a soluţiilor de ioni hidrolizaţi, precum şi aplicarea acestor soluţii la stabilizarea argilelor din punctul de vedere al blocajului stratului productiv.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 7, 1985

CONTENTS

* * * *Comrade Nicolae Ceauşescu's working visit in enterprises of the Gorj district*
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 7, 1985

C.Z. 622.281 : 622.834.2
Fotă, D. et al. *Calculation of the supporting force of the roadway supports and their co-relation with the pressure status round the mining working*
The authors present the calculation methodology of the supporting capacity for different roof support types used in horizontal mining workings, and finally — the co-relation of the supporting force with the pressure regime round the mining working.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 7, 1985

C.Z. 551.24 : 622.34
Cozma, St. *Considerations upon the sublevel caving of the closely located tectonic blocks in mining the deposits from the crystalline of the Maramuresh Mountains*
The situation is examined when two tectonic blocks, lying next to one another and separated by a fracture plane are or are not mutually influenced by caving and thus can or cannot be simultaneously mined.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 7, 1985

C.Z. 622.332 : 622.524
Micu, I., Boroş, A. *Aspects regarding the drainage of the acquiferous formations located in the roof of the lignite strata from the Căpeni—Baraolt—Vîrghiş basin*
On the basis of the direct observations and of certain theoretical assumptions the authors attempt at establishing the starting point in solving the problems of hydrogeological nature occurring in the basin.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 7, 1985

C.Z 622.411 : 622.807 : 622.232.7
Ghiţă, C., Bitir, P., Ignat, T. *Dust control by means of ventilation in the longwall faces with mechanized cutting in the Jiul Valley*
Taking into account the conditions specific for the mines of the Jiul Valley, in order to reduce the amount of pneumoconiotic dust in the longwall faces with powered supports and mechanized cutting, the authors recommend the achievement of air flow speeds between 1.25 and 1.6 m/s.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 7, 1985

C.Z. 622.251 : 621.86.087.3
Zamfir, V., Andraş, I., Bolog, C. *The design of a new mechanism for the automatic alternative opening and closing of the safety platform doors of a sinking mine shaft (I)*
The authors present the graphical method of synthesis for the cam profile of the kibble guiding sledge for the automatic alternative opening and closing of the safety platfor doors, o, in a new procedure and device applied to the sinking mine shaft.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 7, 1985

C.Z. 669.3
Dobrescu, L., Vişan Sanda *Copper recovery from solutions resulting from hydrometallurgical processes*
The authors present the copper separation from acid solutions, in the presence of zinc and iron ions, utilizing the metallic zinc cementation and the ion exchange.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 7, 1985

C.Z. 621.316
Minescu, Fl., Soare, Al. *Homogenous flow through rugous channels*
The influence of rugosity upon the hydraulic load losses in this flow regime is outlined, by introducing a coefficient of microrugosity. The results obtained can be used in describing the flow and other phenomena in porous media on microscale.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 7, 1985

C.Z. 662.
Turtă, Al. et. al. *Application of the short duration underground combustion in Romania*
The authors check systematically all the processes of underground combustion effected and their performances, in different conditions and for different process parameters. For this purpose they examine not only the processes designed as such, but also the ones originally designed as processes of continuous combustion, but, due to different reasons were later converted in into short duration underground combustion processes.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 7, 1985

C.Z. 622.361 : 669.7
Gheorghiţoiu, M. *Some aspects of the clays stabilization with hydrolized aluminium ions*
The author proposes to check certain results of clays stabilization by using aluminium hydrolizates, the identification of certain specific conditions for the preparation of solutions of hydrolized ions as well as the application of these solutions to the clays stabilization, from the point of view of the pay bed blocking.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 7, 1985

СОДЕРЖАНИЕ

* * * *Рабочее посещение товарища НИКОЛАЕ ЧАУШЕСКУ в производственных предприятиях уезда Горж* Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 7, 1985

C.Z. 622.281 : 622.834.2
Фотэ, Д. и др. *Расчёт несущей способности штрековых крепей и их соотношение с напряжённым состоянием вокруг выработки*
Описывается расчётная методика несущей способности разных типов крепей, используемых в горизонтальных выработках, а в заключении — способ соотношения несущей способности с режимом непряжений вокруг выработки.
Ключевые слова: несущая способность, крепь, напряжённое состояние.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 7, 1985

C.Z. 551.24 : 622.34
Козма, Ст. *Соображения о подрывании тектонических сближённых блоков при эксплуатации кристалина гор Марамурешулуй*
Описано положение, когда два сближенных тектонических блока, разделены зеркалом сброса, воздействуют подрыванием, или нет, и могут быть эксплуатированы одновременно, или нет.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 7, 1985

C.Z. 622.332 : 622.524
Мику, И., Борош, А. *О вопросах осушения водоносных формаций, расположенных в кровле лигнитных пластов бассейна Кэпень-Бараолт-Выргиш*
На основе непосредственных наблюдений и теоретических предпочтениях авторы стремятся установить исходную точку для решения возникающих в бассейне гидрогеологических явлений.
Ключевые слова: осушение, лигнитные пласты, бассейн, гидрогеологические явления.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 7, 1985

C.Z. 622.441 : 622.807 : 622.232.7
Гицэ, К. и др. *Снижение запылённости вентиляцией отчисных забоев басейна Валя Жиулуй*
Имея в виду специфические условия шахт бассейна Валя Жиулуй, для снижения шевмокониозной запылённости в отчисных забоях с механизированными крепями, авторами рекомендовано осуществление скоростей движения воздуха, составляющих 1,25—1,6 м/с.
Ключевые слова: запылённость, вентиляция, очистные забои, Валя Жиулуй.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 7, 1985

C.Z. 622.251 : 621.86.087.3

Замфир, В. и др. *Проектирование механизма для последовательно-автоматического открытия и закрытия дверей предохранительного полка ствола в проходке* (I).

Описан графический синтезный метод профиля щёк на направляющей каретке бадьи для последовательно автоматического открытия-закрытия дверей предохранительных полков, новым способом и установкой, используемыми на стволах в проходке.

Ключевые слова: предохранительный полок, механизм, бадья, дверь, способ, установка, ствол

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 7, 1985

C.Z. 669.3

Добреску, Л., Вишан Санда *Рекуперация меди из растворов результирующих из гидрометаллургических процессов*

Авторы проанализируют выделение меди из кислых растворов в присутствии цинковых и железных ионов с использованием цементирования металлическим цинком и обмен ионами.

Ключевые слова: рекуперация, медь, гидрометаллургические процессы, цементирование, обмен ионами.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 7, 1985

C.Z. 621.316

Минеску, Фл. Соаре, Ал., *Однородное течение чере шероховатые каналы*

Выделено выявление шероховатости на вытечки гидравлической нагрузки при этом режиме течения, используя коэффициент микрошероховатости. Полученные результаты могут быть использованы для описания течения и других явлений в шероховатых средах на микромасштабе.

Ключевые слова: течение, шероховатость, влияние, коэффициент, результаты.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 7, 1985

C.Z. 662.6

Туртэ, Ал. и др. *Применение подземного кратковременного сгорания в Румынии*

Авторы систематично проанализируют все осуществляемые процессы подземного кратковременного сгорания и их результаты в разных условиях и при различных параметрах процесса. В этих целях проанализировались не только проектируемые как процессы постоянного сгорания и прообразованы постепенно, по разным причинам, в процессы подземного кратковременного сгорания.

Ключевые слова: подземное кратковременное сгорание, результаты, проектируемые процессы.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 7, 1985

C.Z. 622.361 : 669.7

Георгицою, М. *Некоторые вопросы упрочнения глин гидролизированными алюминиевыми ионами*

Автор преследует целью проверить некоторые результаты упрочнения глин, используя гидролизированные алюминиевые ионы, находить конкретные условия приготовления растворов гидролизированных ионов, а также применять эти растворы для упрочнения глин блокированием продуктивного пласта.

Ключевые слова: упрочнение, глины, гидролизированные алюминиевые ионы, конкретные условия, продуктивный пласт.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 7, 1985.

SOMMAIRE

C.Z. 622.281 : 622.834.2

Fotă, D. et al. *Calcul de la portance des soutènements pour les galeries et la correlation de ceux-ci avec l'état de tension autour du travail minier*

On présent la méthodologie de calcul de la capacité portante pour de différents types de soutènements utilisés dans les travaux miniers horizontaux, ainsi que le mode de correlation de la portance du soutènement avec le régime de pressions autour du travail minier.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 7, 1985

C.Z. 551.24 : 622.34

Cozma, St. *Considérations sur la sape des blocs tectoniques rapprochés pendant l'exploitation des gisements du crystalin des monts de Maramureş*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 7, 1985

C.Z. 622.332 : 622.524

Micu, I., Boroş, A. *Des aspects concernant le drainage des formations aquifères situées dans le toit des couches de lignite du bassin Căpeni — Baraolt — Virghiş*

En utilisant les observations directes et quelques suppositions théoriques, les auteurs a essaient d'établir le point de départ pour la résolution des problèmes hydrogéologique qui se manifèstent dans le bassin.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 7, 1985

C.Z. 622.411 : 622.807 : 622.232.7

Ghiţă, C., Bitir, P., Ignat, T. *La réduction, à l'aide de l'aérage, du degrée de poussière des tailles à abattage mécanique de la Vallée du Jiu*

Ayant en vue les conditions spécifiques des mines de la Vallée du Jiu, les auteurs recommandent la réalisation de vitesses de circulation de l'air comprises entre 1,25 et 1,6 m/s afin de réduire le niveau de la poussière pneumoconiotique dans les tailles à abattage et soutènement mécaniques.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 7, 1985

C.Z. 622.251 : 621.86.087.3

Zamfir, V., Andraş, I., Bolog, C. *Projection du mécanisme pour l'ouverture-fermeture automatique alternative des portes des plate-formes de sûreté des puits de mine en train de fonçage* (I)

On présent une méthode graphique de synthèse du profil des cames des traîneaux de guidage du traîneau de la benne pour l'ouverture et fermeture automatique alternative des portes des plate-formes de sûréte, dans un nouveau procédé et installation, appliquée aux puits de mine en fonçage.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 7, 1985

C.Z. 669.3

Dobrescu, L., Vişan Sanda *La récupération du cuivre des sollutions résultées au cours des processus hydrométallurgiques*

Les auteurs analysent la séparation du cuivre des sollutions acide en présence des ions de zinc et de fer, en utilisant la cimentation avec du zinc métallique et l'échange d'ions

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 7, 1985

C.Z. 621.316

Minescu, Fl., Soare, Al. *L'écoulement homogène par des canaux rugueux*

On met en evidence l'influence de la rugueusité sur les pertes de charge hydraulique dans ce régime d'écoulement,

en introduisant un coéfficient de microrugueusité. Les résultats obtenus peuvent être utilisés pour la déscription de l'écoulement et d'autres phénomènes des milieux poreux à échelle micro.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 7, 1985

C.Z. 662.6

Turtă, Al. ş.a. *L'application de la combustion souterraine de courte durée en Roumanie*

Les auteurs analysent systhématiquement tous les processus de combustion souterraine de courte durée effectués, ainsi que leur performances dans des conditions différentes et aux paramètres différents du processus. Dans ce but on a analysé non seulement les processus projetés comme tels, mais aussi ceux qui ont été projetés initiallement comme processus de combustion continue, mais qui se sont transformés en route dans des processus de combustion souterraine de courte, durée, à cause de différents motifs.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 7, 1985

C.Z. 622.361 : 669.7

Gheorghiţoiu, M. *Quelques aspects de la stabilisation des argiles à l'aide des ions hydrolisés d'aluminium*

L'auteur se propose de vérifier quelques résultats de stabilisation des argiles en utilisant des hydrolises d'aluminium, de trouver des conditions concrètes de préparation des ions hydrolisés, de même que d'appliquer ces sollutions à la stabilisation des argiles du point de vue du blocage de la couche productive.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 7, 1985

INHALT

*** *Der Arbeitsbesuch des Gennossen NICOLAE CEAUŞESCU in Betrieben vom Kreis Gorj*

Mine, Petrol şi Gaze, vol 36, nr. 7, 1985

C.Z. 622.281 : 622.834.2

Fotă, D. et al. *Berechnung der Ausbaustützkraft des Sireckenausbaus und deren Korrelierung mit dem Druckzustand um den Grubenbau*

Vorgestellt wird die Berechnungsmethode der Ausbaustützleistung für verschiedene Ausbautypen, welche in bankrechten Grubenbauen benutzt werden — und schliesslich die Korrelation der Ausbaustützkraft mit dem Druckzustand um den Grubenbau.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr, 7, 1985

C.Z. 551.24 : 622.34

Cozma, St. *Betrachtungen über den Teilsohlenbruchbau der naheliegenden tektonischen Blöcke bei der Lagerstättenbau in dem Kristallin der Gebirge von Maramuresch*

Überprüft wird der Umstand wann zwei nebeneinanderliegenden, durch eine Verwerfungsfläche abgetrennten tektonischen Blöcke durch Bruchbau sich gegenseitlich beeinflüssen oder nicht und so können nicht gleichzeitig abgebaut werden.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 7, 1985

C.Z. 622.332 : 622.524

Micu, I., Boroş, A. *Aspekte der Entwässerung der wasserführenden Formationen in dem Hangenden der Lignitschichten des Reviers Căpeni — Baraolt — Virghiş*

Auf Grund der direkten Beobachtungen und einiger teoretischen Annahmen versuchen die Verfasser den Ausgangspunkt zur Lösung der in dem Revier auftretenden Probleme hydrogeologischer Art festzustellen.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 7, 1985

C.Z. 622.411 : 622.807 : 622.232.7

Ghiţă, C., Bitir, P., Ignat, T. *Staubbekämpfung durch Bewetterung in den Strebbauen mit maschineller Gewinnung in dem Jiul Tal*

Auf Grund der spezifischen Verhältnisse der Grube des Jiul Tals, empfehlen die Verfasser für die Bekämpfung des pnemokoniotischen Staubes in den Streben mit maschinellen Ausbau und Gewinnung die Herstellung von Luftstromgeschwindigkeiten zwischen 1,25 und 1,6 m/s.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 7, 1985

C.Z. 622.251 : 621.86.087.3

Zamfir, V., Andraş, I., Bolog, C. *Die Projektierung des Mechanismus für das automatische wechselnde Aus- und Zumachen der Sicherheitsbühnentüren der abteufenden Grubenschächten (I)*

Vorgestellt wird das graphische Synthesenverfahren des Nockenprofils des Schlepptroges der Kübelführung für das automatische wechselnde Aus- und Zumachen der Sicherheitsbühnentüren in einem neuen Verfahren und einer neuen Vorrichtung für die abteufenden Grubenschächten.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 7, 1985

C.Z. 669.3

Dobrescu, L., Vişan Sanda *Rückgewinnung von Kupfer von aus hydrometallurgischen Prozessen resultierenden Lösungen*

Die Verfasser überprüfen die Ausscheidung des Kupfers aus saueren Lösungen, unter dem Vorhandensein von Zink- und Eisenionen, mit Anwendung der Zementierung mit metallischem Zink und Ionenwechsel.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 7, 1985

C.Z. 621.316

Minescu, Fl., Soare, Al. *Die homogene Strömung durch rauhen Kanale*

Ausgezeichnet wird der Einfluss der Rauheit über die hydraulischen Lastverluste in diesem Strömingsregime, wobei ein Mikrorauheitskoeffizient eingeführt wird. Die erhaltenen Ergebnisse können zur Beschreibung der Strömung und anderer Erscheinungen in den mikrostabigen porösen Medien benutzt werden.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 7, 1985

C.Z. 662.6

Turtă, Al. et al. *Die Anwendung der kurz dauernden untertägigen Verbrennung in Rumänien*

Die Verfasser überprüfen systematisch die sämtlichen durchgeführten kurz dauernden Prozesse der untertägigen Verbrennung sowie deren Leistungen unter verschiedenen Bedingungen und unterschiedlichen Kennziffern des Prozesses. Zu diesem Zweck wurden nicht nur die projektierten Prozesse selbst üaerprüft, sondern auch die, die ursprünglich als Prozesse der kontinuierlichen Verbrennung projektiert und später, aus verschiedenen Gründen, in kurz dauernden untertägigen Verbrennungdprozesse umgewandelt wurden.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 7, 1985

C.Z. 622.361 : 669.7

Gheorghiţoiu, M. *Einige Aspekte der Stabilisierung der Töne mit hydrolisierten Aluminiumionen*

Der Verfasser prüft die Ergebnisse der Stabilisierung der Töne unter Anwendung von Aluminiumhydrolisaten, die konkreten Bedingungen für die Aufbereitung von hydrolisierten Ionen sowie die Anwendung diesern Lösungen zur Stabilisierung der Töne aus dem Sta punkt der Blockierung der produktiven Schicht.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 7, 1985

Vizita de lucru a tovarăşului NICOLAE CEAUŞESCU în unităţi ale judeţului Gorj

„Se poate spune că judeţul Gorj a devenit, într-un timp relativ scurt, cel mai mare producător de cărbune energetic. El asigură mai mult de jumătate din producţia de cărbune energetic a ţării, iar în viitor, pînă în 1990, va trebui să dea circa 60 la sută din producţia de cărbune energetic a României".

Din cuvîntarea tovarăşului Nicolae Ceauşescu la marea adunare populară din oraşul Rovinari

Vineri, 28 iunie 1985, tovarăşul **Nicolae Ceauşescu**, preşedintele Republicii Socialiste România, a făcut o vizită de lucru în unităţi economice din judeţul Gorj, cu deosebire în unităţi mari producătoare de cărbune şi energie electrică. Vizita s-a desfăşurat în zilele premergătoare aniversării a două decenii de la Congresul al IX-lea al Partidului Comunist Roman, de cînd tovarăşul **Nicolae Ceauşescu** a fost ales în funcţia supremă de conducere a partidului, inaugurîndu-se astfel perioada celor mai strălucite înfăptuiri din întreaga istorie a patriei.

Mii de oameni ai muncii veniţi în întîmpinarea tovarăşului **Nicolae Ceauşescu** au ovaţionat cu înflăcărare pe conducătorul partidului şi statului nostru, exprimîndu-şi bucuria şi satisfacţia de a-l avea din nou oaspete drag.

Tovarăşul **Nicolae Ceauşescu** a răspuns cu prietenie manifestărilor entuziaste ale celor prezenţi, după care a început vizita de lucru.

Cariera Lupoaia — din cadrul Combinatului minier Motru — a constituit primul obiectiv minier din această vizită de lucru. Cei peste 2 000 de mineri, excavatorişti, alţi oamenii ai muncii, brigadieri ai Şantierului naţional al tineretului l-au întîmpinat pe secretarul general al partidului cu îndelungi urale şi aplauze. Tovarăşului **Nicolae Ceauşescu** i-au fost prezentate activitatea ce se desfăşoară în cadrul acestei cariere, dotarea ei tehnică, performanţele atinse pînă în prezent în extracţia cărbunelui, în realizarea programului de descopertare şi haldare a sterilului. Conducătorul partidului şi statului nostru a apreciat experienţa bună acumulată de colectivul unităţii în folosirea de tehnologii originale, de soluţii eficiente pentru reducerea lungimii liniilor de transport, pentru executarea succesivă a extracţiei de cărbune şi steril cu aceleaşi mijloace tehnice. Secretarul general al partidului s-a interesat de calitatea lignitului furnizat termocentralelor de la Işalniţa şi Turceni, recomandînd să se acorde o atenţie deosebită exploatării selective a straturilor, a analizat stadiul acţiunilor întreprinse pentru atingerea capacităţii proiectate, astfel încît unitatea să-şi aducă o contribuţie tot mai însemnată la creşterea producţiei de cărbune, la înfăptuirea programului energetic naţional.

În centrul dialogului purtat de tovarăşul **Nicolae Ceauşescu** cu minerii de la *Cariera Roşia* — una din cele mai mari din bazinul Gorjului şi din ţară — s-au aflat probleme legate de modul în care se acţionează pentru dezvoltarea capacităţii întreprinderii, pentru sporirea aportului minerilor de aici la înfăptuirea obiectivelor înscrise în programele speciale de dezvoltare a bazei energetice a ţării. Cariera Roşia rea-

lizează, în prezent, o producție medie zilnică de 15 000 tone cărbune energetic, urmînd ca în următoarele luni aceasta să atingă 20 000 tone. Secretarul general al partidului a cerut colectivului de muncă de aici să acționeze cu hotărîre pentru creșterea producției zilnice de cărbune, pentru devansarea termenului de dare în exploatare, la întreaga capacitate, a carierei. Tovarășul **Nicolae Ceaușescu** a adresat calde felicitări minerilor pentru activitatea desfășurată și a subliniat necesitatea de a se face totul pentru recuperarea, în cel mai scurt timp, a restanțelor din primele luni ale anului, pentru a-și aduce o contribuție sporită la satisfacerea cerințelor economiei naționale de cărbune energetic.

Principalele probleme ale sporirii producției de cărbune energetic a țării au fost examinate și în cursul vizitei la *Cariera Tismana* 1 — unul dintre principalii furnizori de cărbune energetic ai termocentralei de la Rovinari.

Tovarășul **Nicolae Ceaușescu** s-a interesat de rezervele de cărbune existente în acest perimetru, de puterea calorică a acestuia, de posibilitățile de sporire mai rapidă a producției carierei.

Sintetizînd preocupările colectivului în direcția mai bunei organizări a fluxurilor de descopertare, extracție și transport, gazdele au evidențiat măsurile întreprinse în ultimul timp, între care se remarcă scurtarea traseelor benzilor transportoare, mărirea lățimii covorului de cauciuc în vederea sporirii capacității de transport, reducerea timpului de vulcanizare a benzilor.

Apreciind eforturile minerilor de la Tismana de a furniza cantități tot mai mari de cărbune energetic, secretarul general al partidului a cerut să se imprime un ritm mai rapid dezvoltării capacităților de producție.

La *Intreprinderea de utilaj minier din Tg. Jiu* — cea mai tînără unitate industrială a județului Gorj — secretarul general al partidului a analizat, împreună cu specialiștii, modul cum se acționează pentru îndeplinirea programelor de realizare a unor importante părți componente și subansamble ale excavatoarelor de mare capacitate și ale instalațiilor de haldare folosite în exploatările carbonifere de suprafață.

Tovarășul **Nicolae Ceaușescu** a apreciat rezultatele obținute și buna experiență acumulată de colectivul întreprinderii și a indicat ca această unitate să preia fabricația de subansamble pentru utilaje miniere, care în prezent se realizează în întreprinderea „1 Mai" Ploiești, asigurîndu-se astfel apropierea producției de beneficiari, eliminînd cheltuielile de transport. Secretarul general al partidului a cerut să se acorde atenție sporită modernizării producției, creșterii calității acesteia.

Mulțumind pentru indicațiile și ajutorul primit, gazdele s-au angajat să acționeze cu hotărîre pentru înfăptuirea lor exemplară, pentru realizarea sarcinilor pe anul în curs și pentru pregătirea corespunzătoare a producției anului viitor, contribuind astfel la o mai bună dotare tehnică a unităților carbonifere din bazinele Olteniei.

*

Vizita secretarului general al partidului în aceste unități industriale a luat sfîrșit în aceeași atmosferă de puternic entuziasm. Mii și mii de locuitori au ovaționat cu însuflețire pentru partid și secretarul său general, dînd glas dragostei nețărmurite și profundei recunoștințe pe care locuitorii Gorjului, alături de întregul nostru popor, le nutresc față de tovarășul **Nicolae Ceaușescu**, pentru tot ceea ce a făcut și face în vederea dezvoltării și modernizării economiei județului și, pe această bază, pentru creșterea continuă a nivelului de trai material și spiritual al oamenilor muncii. Reîntîlnirea cu conducătorul partidului și statului nostru a prilejuit oamenilor muncii de pe plaiurile Gorjului reafirmarea hotărîrii lor de a acționa, în continuare, cu toată fermitatea, pentru înfăptuirea sarcinilor de plan pe anul în curs și pe întregul cincinal, a măreților obiective stabilite de Congresul al XIII-lea al partidului.

Calculul portanței susținerilor pentru galerii și corelarea acestora cu starea de tensiuni din jurul lucrării miniere

Ing. D. Fotă, ing. E. Medveș, ing. C. Nicolescu, mat. A. Petrescu

O cît mai bună interacțiune între susținerea unei lucrări miniere și masivul de roci înconjurătoare se poate realiza numai prin corelarea corespunzătoare a portanței susținerii cu regimul de presiuni la care este supusă.

Făcînd parte din categoria construcțiilor miniere subterane, care asigură menținerea în timp a funcționalității lucrărilor miniere, proiectarea susținerii nu se poate realiza fără a se ține seama de mărimea presiunii pe care o exercită masivul înconjurător, de geometria profilului și de durata de exploatare.

Stabilirea regimului de presiuni dintr-o lucrare minieră se poate realiza atît prin metode analitice [7], cît și prin măsurători de presiune executate în galerii.

Pentru ca în proiectarea susținerilor să poată fi realizată cantitativ această interdependență, prezentăm atît metodologia de determinare a capacității portante a diverselor tipuri de susțineri, cît și modul de corelare a regimului de presiuni cu portanțele susținerilor care se utilizează în mod curent în lucrările miniere orizontale.

Principalele tipuri de susțineri pentru galerii, utilizate în industria carboniferă din țară, sînt:

a — susțineri culisante alcătuite din arce metalice cu profil deschis la vatră (boltite și potcoavă) și cu profil închis (inelare și potcoavă cu element de vatră);

b — susțineri din beton turnat cu profil închis (inelar și potcoavă cu vatra betonată);

c — susțineri din prefabricate mari sau mici de beton cu profil închis (inelare și potcoavă cu vatra zidită sau betonată).

I. Portanța susținerilor metalice culisante

Elementele metalice care alcătuiesc cadrele susținerilor culisante sînt executate din laminate din oțel profilat tip SG-18, SG-23 sau SG-29, ale căror caracteristici principale sînt redate în tabelul 1.

La determinarea prin calcul a portanței susținerilor, trebuie să se aibă în vedere că:

— portanța unui cadru metalic de susținere se calculează pentru acel moment în care susținerea devine rigidă prin blocarea culisării elementelor între ele;

— pentru dimensionare se admit numai deformații elastice ale cadrului metalic de susținere, iar ca portanță maximă se consideră momentul de echilibru între deformațiile elastice și cele plastice, caracterizat prin limita de curgere a oțelului marca OPM.

Plecînd de la relația lui Navier, în care se consideră că la limită efortul total care apare în secțiunea periculoasă a susținerii metalice din arce deschise este egal cu rezistența limită la curgere a oțelului din care este confecționat arcul, s-a stabilit relația de calcul a portanței unui cadru de susținere și anume:

$$q = \frac{R_p \cdot W_x \cdot S \cdot l}{A \cdot F + B \cdot W_x}, \text{ tf/cadru,} \qquad (1)$$

$$A = \left(h + \frac{l^2}{8z}\right) \cdot \frac{l^2}{8z} + \frac{1}{2}\left(\frac{l}{2} - \right.$$

$$\left. - \sqrt{r^2 - \frac{l^4}{64\ z^2}}\right)^2 - \frac{l}{2}\left(\frac{l}{2} - \sqrt{r^2 - \frac{l^4}{64\ z^2}}\right) \qquad (2)$$

$$B = \frac{l}{r}\sqrt{r^2 - \frac{l^4}{64\ z^2}} - r, \qquad (3)$$

Tabelul 1

Tipul profilului	Aria secțiunii, cm²	Masa liniară, kg/m	Mărimile statice de rezistență pe axele de încovoiere: $x-x$		$y-y$		Marca oțelului
			I_x, cm⁴	W_x, cm³	I_y, cm⁴	W_y, cm³	
SG-18	23,34	18,20	229,80	47,00	299,55	50,60	OPM (STAS 9531/80 — Limita de curgere R_p=43 N/mm² — Rezistența la rupere R_m=60 N/mm²
SG-23	30,00	23,55	390,00	67,00	464,10	71,30	
SG-29	37,00	29,00	616,00	94,00	775,00	103,00	

în care :

R_p — rezistența limită la curgere a oțelului, tf/m²;

W_x — modulul de rezistență după axa $x-x$, al profilului SG, m³;

S — suprafața secțiunii profilului metalic SG, m²;

l — deschiderea lucrării miniere (lățimea de calcul a arcului), m;

h — lungimea cuprinsă între vatra lucrării și centrul bazei superioare, m;

z — înălțimea lucrării miniere (înălțimea de calcul a arcului), m;

r — raza de curbură a grinzii metalice, m.

Cu această relație au putut fi determinate atît portanțele arcelor metalice ale profilelor miniere tipizate sau netipizate, cît și portanțele arcelor în care se utilizează și alte tipuri de laminate SG, care nu sînt indicate în album. În tabelul 2 sînt redate portanțele și intensitățile de încărcare admisibile pentru unele profile metalice utilizate în industria carboniferă.

În cazul utilizării susținerilor din arce metalice circulare închise, portanța susținerii depinde de modul de distribuție a tensiunilor pe întreaga circumferință și este caracterizată de valorile rapoartelor $a = \frac{P_k}{P_q}$, respectiv $b = \frac{P_p}{P_q}$

P_q — presiunea din tavan,

P_k — presiunea din vatră și

P_p — presiunea din pereți.

Pentru calculul portanței acestui tip de susținere au putut fi stabilite următoarele relații de calcul.

$$q = \frac{2\sigma_c \cdot W_x \cdot S}{\max F_{(\alpha)}}, \text{ tf/cadru,} \qquad (4)$$

în care :

$F_{(\alpha)}$ este o funcție ce depinde de unghiul α dintre raza pînă la cheia bolții și raza de la punctul de pe arcul de cerc în care se efectuează calculul.

$$F_{(\alpha)} = S \cdot r[0{,}55 + 0{,}057\ a - 0{,}25\ b - 0{,}106\ a \cos\alpha + 0{,}5\ (b-1)\ \sin^2\alpha] + W_x[b + 0{,}106\ a \cos\alpha + (1-b)\sin^2\alpha]$$

$$\text{pentru } 0 \leqslant \alpha < \frac{\pi}{2}, \qquad (5)$$

$$F_{(\alpha)} = S \cdot r \cdot 0{,}25\ [(1-b) - 0{,}443\ a + a(\sin\alpha - 0{,}106\ \cos\alpha) + 0{,}5 (b - a - 1)\sin^2\alpha] + W_x[b - a\sin\alpha + 0{,}106\ a \cos\alpha + (1 + a + b)\sin^2\alpha]$$

$$\text{pentru } \frac{\pi}{2} \leqslant \alpha \leqslant \pi. \qquad (6)$$

La stabilirea portanței susținerii se ia în considerare valoarea maximă a expresiei $F_{(\alpha)}$. În condițiile concrete de mină, cînd $b \leqslant 1$, adică presiunile din pereți nu depășesc de regulă presiunile din tavan, valoarea maximă a expresiei $F_{(\alpha)}$ se obține pentru $\alpha = 0$ atunci cînd $a \leqslant a_1$ și pentru $\alpha = \pi$ atunci cînd $a > a_1$ unde :

$$a_1 = \frac{(0{,}8 - 0{,}5\ b)\ S \cdot r + 2bW_x}{0{,}386 \cdot S \cdot r}. \qquad (7)$$

Tabelul 2

Tipul de susținere	Forma	Tipul profilului de oțel					
		SG-18		SG-23		SG-29	
		intensitate de încărcare, tf/m armătură	portanță, tf/cadru susținere	intensitate de încărcare, tf/m armătură	portanță, tf/cadru susținere	intensitate de încărcare, tf/m armătură	portanță, tf/cadru susținere
GSM-6,2	boltit	3,18	9,52	4,51	13,52	6,28	18,84
GSM-8,7	boltit	2,55	8,60	3,62	12,22	5,04	17,04
GM-12	potcoavă	2,07	8,90	2,94	12,64	4,10	18,40
GM-14	potcoavă	1,72	8,26	2,44	11,70	3,40	17,00
GDM-10	boltit	2,21	7,96	3,14	11,30	4,38	15,78
GDM -12	boltit	1,64	7,04	2,33	10,02	3,25	13,60
GM_v-10	potcoavă	2,51	9,52	3,56	14,22	4,95	18,82
GM_v-12	potcoavă	2,07	8,90	2,94	12,64	4,10	18,40

Deoarece, în funcție de starea de solicitare poate să existe un număr nedeterminat de posibilități, s-a considerat util a se construi curbele caracteristice ale susținerii pentru diverse valori ale lui a și b. Aceste curbe caracteristice au fost incluse în nomograme ce pot servi la corelarea unui anumit tip de susținere cu starea de presiuni dintr-o lucrare minieră.

Astfel, în figura 1 sînt redate curbele caracteristice pentru o susținere în laminate SG-23 pentru un profil de galerie GSIM-6,2.

În figura 2 sînt prezentate curbele caracteristice pentru același profil de galerie, dar susținut cu laminat SG-18, respectiv SG-29.

de roci, susținerea cu beton a fost inclusă în categoria susținerilor rigide.

Portanța unei susțineri rigide din beton se determină în funcție de rezistența la compresiune a betonului (σ_c), din care este confecționată susținerea, grosimea peretelui de beton în punctul critic, deschiderea lucrării miniere și starea de tensiune caracterizată prin rapoartele a și b.

Calculul portanței unei astfel de susțineri se obține cu relația :

$$q = \frac{T \cdot \sigma_c \cdot l}{2r \cdot F_{(a,\,b)}}, \text{ tf/m}, \qquad (8)$$

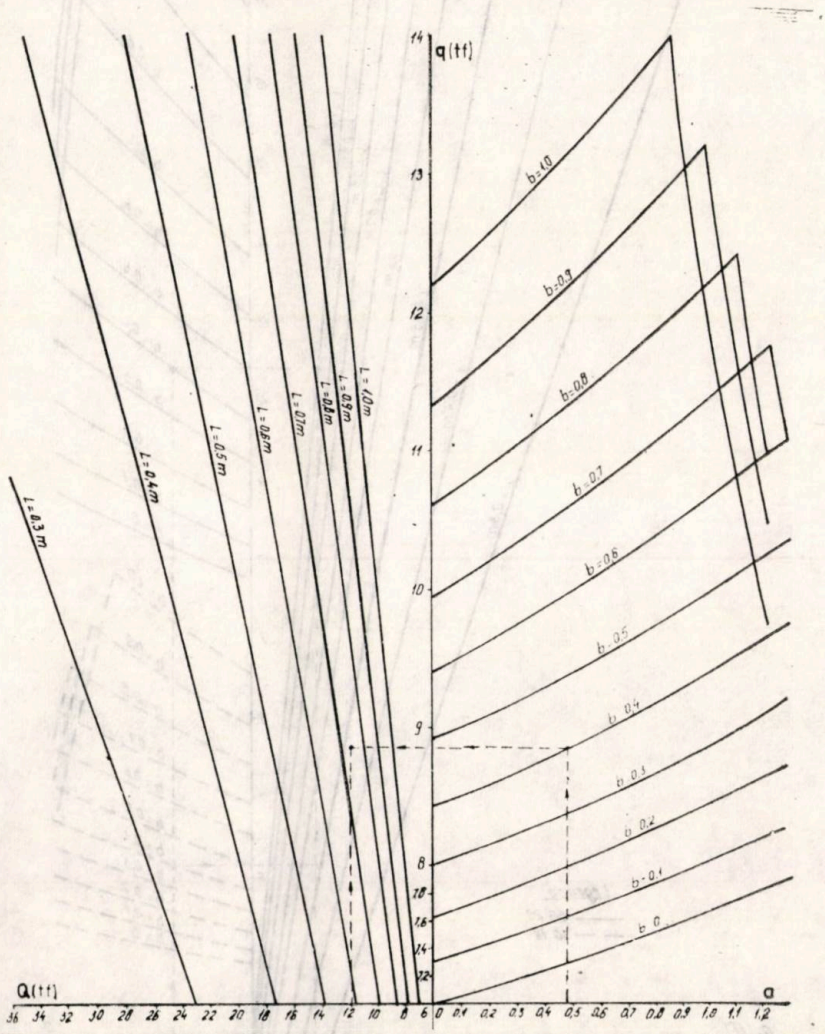


Fig. 1. Nomogramă pentru corelarea portanței susținerii tip GSIM 6,2 (SG-23) cu starea de tensiuni din jurul lucrării miniere

II. Portanța susținerilor din beton sau din prefabricate din beton

Avînd în vedere că mărimea deformațiilor nedistructive ale betonului supus la solicitări este mică în raport cu convergența masivului

în care : T este grosimea susținerii, m ;
σ_c — rezistența la compresiune a betonului, tf/m² ;
r — raza lucrării miniere, m ;
l — lungimea tronsonului de lucrare minieră, m ;

$$F_{(a,b)} = l + \frac{0{,}0028\ a^2}{l-b} \geqslant 1. \qquad (9)$$

Valoarea minimă a portanței se obține atunci, cînd starea de solicitare definită prin funcția $F_{(a,b)}$ este maximă. Pentru condițiile de mină portanța minimă se obține pentru valorile $a = 1{,}3$ și $b = 0{,}99$.

— portanța pe metru pătrat de susținere:

$$q = \frac{T \cdot \sigma_c \cdot l}{5{,}644 \cdot r^2},\ \text{tf/m}^2. \qquad (11)$$

Cu ajutorul relațiilor de mai sus s-au calculat portanțele susținerilor din beton sau prefabricate pe care le prezentăm în tabelul 3.

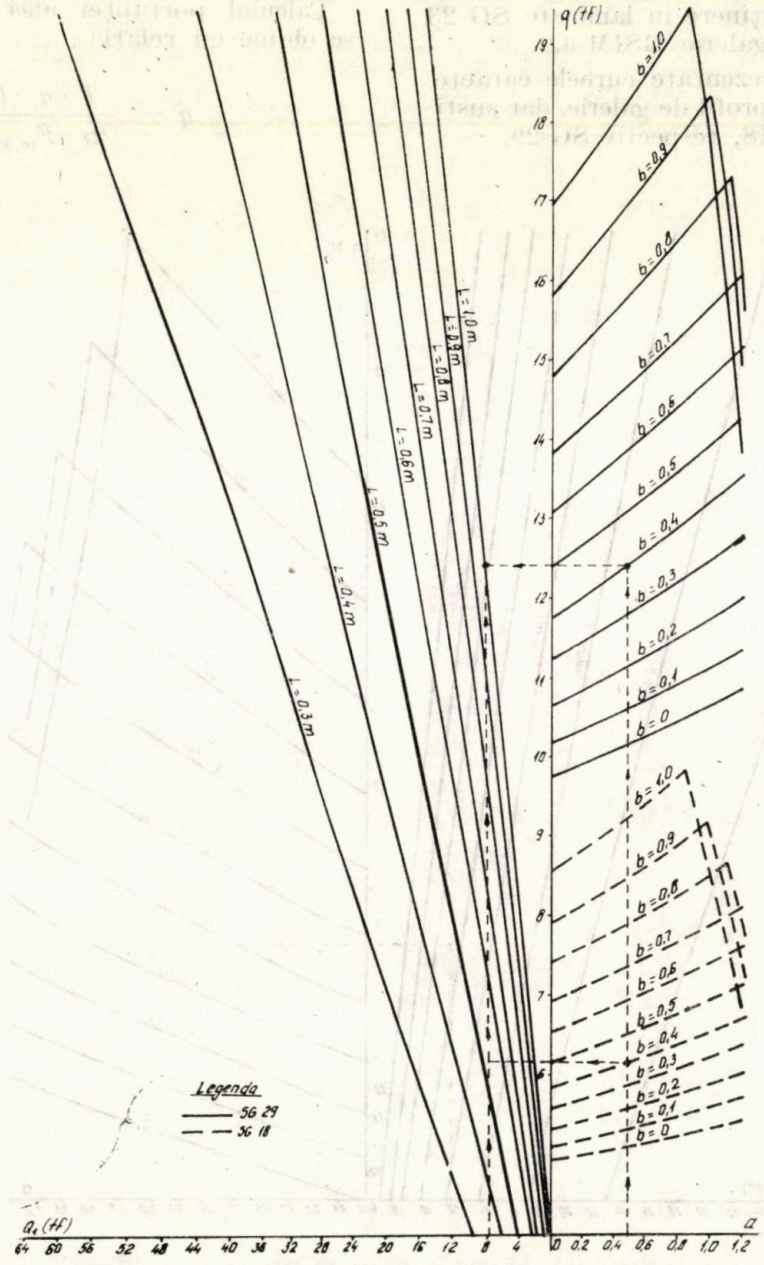


Fig. 2. Nomogramă pentru corelarea portanței susținerii tip GSIM 6,2 (SG-18 și SG-29) cu starea de tensiuni din jurul lucrării miniere

În această situație, relația (8) devine:

— portanța pe metru liniar de susținere:

$$q = \frac{T \cdot \sigma_c \cdot l}{2{,}822 \cdot r},\ \text{tf/m}; \qquad (10)$$

III. Corelarea susținerilor miniere pentru galerii cu starea de presiuni din lucrarea minieră

Săparea lucrărilor miniere modifică starea inițială de echilibru a rocilor și determină pe conturul acestora apariția unor solicitări

Tabelul 3

Tip profil	Forma	Grosimea pereților, mm	Tipul susținerii					
			betonat		bolțari		prefabricate mari	
			tf/m	tf/m²	tf/m	tf/m²	tf/m	tf/m²
GSB-6,2	circulare	300	135	45	—	—	—	—
		350	158	52	—	—	—	—
GSZ-6,2	circulare	300	—	—	271	90	—	—
		350	—	—	316	105	—	—
GSPP-6,4	circulare	160	—	—	—	—	181	60
GDZ-9,7	boltit	350	—	—	257	59,2	—	—
		400		—	271	67,7	—	—
GDB-9,7	boltit	350	118	29,6	—	—	—	—
		400	135	33,6	—	—	—	—
GDPP-10,3	circulare	200	—	—	—	—	339	84,7

de compresiune și tracțiune care generează distrugerea structurii rocilor pînă la surparea acestora.

Menținerea funcționalității profilului se realizează prin montarea unor susțineri capabile să preia deplasări și tensiuni prin deformabilitate sau prin portanță.

O dată cu tipizarea profilelor de lucrări miniere a fost redus și numărul de tipodimensiuni pentru susțineri. Întrucît nu este economic să se utilizeze susțineri supradimensionate, în cele ce urmează prezentăm o metodologie de corelare a diverselor tipuri de susținere cu regimul de presiuni care se manifestă în lucrările miniere.

Pentru susținerile metalice, inelare, unde modul de repartiție a presiunilor miniere influențează portanța acestora, cu ajutorul metodologiei prezentate mai sus au fost elaborate nomograme de corelare a portanței susținerii cu starea de tensiuni din jurul lucrării miniere.

În figura 1 prezentăm o astfel de nomogramă pentru un profil de lucrare minieră tip GSIM-6,2 susținut cu laminate SG-23.

Nomograma se compune din două cadrane și anume în cadranul I s-au trasat curbele caracteristice ale susținerii funcție de valorile raportului a și b, în ordonată obținîndu-se portanța q a inelului în tf/cadru. În cadranul II s-a trasat fasciculul de drepte ce reprezintă cîmpul de armare, iar pe abscisă reprezentîndu-se valorile presiunii miniere reduse pe cadrul de armare Q.

$$Q = P_q \cdot d \cdot u, \text{ tf/cadru}, \qquad (11)$$

unde : P_q este presiunea minieră măsurată sau calculată în lucrarea respectivă, tf/m ;

d — lățimea profilului SG (d = = 0,115 m pentru SG-18, d = =0,131 m pentru SG-23, d= =0,150 m pentru SG-29);

u — coeficient ce depinde de tipul de bandaj utilizat ($u = 1$—nebandajat, $u = 2$—3 — bandaj din plasă de sîrmă, $u = 4$—5— bandaj din lemn.

Cunoscînd starea de presiuni miniere determinată cu ajutorul nomogramelor prezentate în lucrarea [7], respectiv rapoartele existente între presiunile din tavan și cele din vatră și pereți, și calculînd presiunea redusă Q, cu ajutorul nomogramei se determină cîmpul de armare L.

În cazul în care cîmpul de armare rezultat este prea mare sau prea mic, se va înlocui tipul de laminat SG cu un tip mai ușor, respectiv mai greu, sau se alege un alt tip de susținere.

Cunoscînd regimul de presiuni și avînd curbele caracteristice ale capacității portante în cazul utilizării laminatelor SG-18, SG-23, SG-29, pentru un anumit profil de lucrare minieră, cu ajutorul nomogramelor de tipul prezentat se poate stabili cîmpul de armare corespunzător, în strînsă interdependență cu laminatul SG utilizat. Astfel, în figura 2, pentru același profil minier (GSIM-6,2), s-a construit o nomogramă în ipoteza utilizării laminatelor SG-18, respectiv SG-29, în vederea corelării susținerii acestui profil minier cu regimul de presiuni.

Pentru celelalte tipuri de susțineri, a căror secțiune critică se menține în același punct de pe circumferință, nedepinzînd de rapoartele dintre presiunile din tavan, vatră și pereți și a căror portanță a fost redată tabelar, corelarea se face prin compararea directă a valorilor portanței cu valoarea presiunii miniere măsurate sau calculate.

Pentru un grad de siguranță mărit se recomandă ca, în funcție de importanța lucrării miniere, la corelarea portanței cu presiunea minieră să se utilizeze un coeficient de siguranță cu care se va diminua portanța calculată și care poate avea valori cuprinse între 1,1 și 1,5.

Bibliografie

[1] * * * Album de lucrări miniere tipizate, 1982.

[2] Baklasov, I. V., Kartozia, B. A. *Mecanica lucrărilor miniere subterane* (lb. rusă) Ed. Nedra, Moscova, 1975.

[3] Basovscaea, A. M. Basovschii, L. E. *Calculul construcţiilor subterane ca diverse sisteme* (lb. rusă) Ed. Nedra, Moscova, 1975.
[4] Bulîcev, N. S. *Mecanica construcţiilor subterane* (lb. rusă). Ed. Nedra, Moscova, 1982.
[5] Covaci, St., Bădulescu, D. *Exploatări miniere în subteran. Exemple de calcul.* Ed. tehnică, Bucureşti 1982.
[6] Fotă, D., Medveş, E., Nicolescu, C., Petrescu, A. Studiul caracteristicilor funcţionale ale susţinerilor miniere utilizate în galeriile din minele de cărbune din ţară şi stabilirea domeniului de convergenţă şi presiuni pe care le pot prelua. Studiul I.C.I.T.P.M.L.-Craiova, 1984.
[7] Fotă, D., Medveş, E., Nicolescu, C., Petrescu, A. *Estimarea regimului de presiuni şi convergenţe din lucrările miniere orizontale ale principalelor bazine carbonifere din ţară.* Mine, Petrol şi Gaze, nr. 6, 1985.
[8] Leţu, N., Carpenişeanu, D. *Susţineri miniere.* Ed. tehnică, Bucureşti, 1973.
[9] Orlov, V. V. *Săparea şi susţinerea lucrărilor subterane* (lb. rusă).
[10] Teodorescu, P. *Calculul tunelelor.* 1961.

Consideraţii asupra subminării blocurilor tectonice apropiate la exploatarea zăcămintelor din cristalinul munţilor Maramureşului

Dr. ing. **St. Cozma**
I.C.P.M.N. Baia Mare

Cu toate că marea majoritate a fenomenelor tectonice disjunctive, în zona la care ne referim, sînt reprezentate de falii normale, care presupun deplasări prin îndepărtarea blocurilor unul de celălalt şi deci nu suprapunerea acestora ca în cazul faliilor inverse, sînt numeroase situaţii în care fie unghiul faliei, fie pasul acesteia determină subminarea sau, mai rar, supraminarea blocurilor de minereu alăturate.

Fără a relua noţiuni generale de tectonică şi presiune minieră, vom preciza că o dată cu mişcarea rocilor în zona de exploatare (perturbare a stării iniţiale de echilibru) are loc un fenomen de zonare a manifestărilor diferenţiate a presiunii miniere, după cum urmează :

- zone de concentrare a presiunilor, pe conturul suprafeţelor exploatate, cauzate de suplimentarea presiunii obişnuite (normale) de către greutatea rocilor suspendate deasupra golului creat ; aceasta este presiunea de reazem ;
- zone cu presiuni scăzute, în interiorul suprafeţelor exploatate, în care presiunea minieră fie că nu se transmite (golurile remanente), fie că se transmite numai parţial, asupra susţinerii sau asupra rambleului.

După stabilizarea presiunii [2], în jurul lucrărilor de abataj se pot identifica următoarele zone (fig. 1) :

- zona subminărilor totale (I), reprezentată de prisma triunghiulară, sau trunchiul de piramidă (dacă AB este variabil) a cărui secţiune este AEB, determinată de unghiurile de subminare φ_1 şi φ_2, zonă în care fiecare punct al ei se deplasează perpendicular pe strat şi cu aceeaşi distanţă de deplasare ; această zonă se mai numeşte şi zona de translaţie ;
- zona presiunilor de reazem (III), în care pe conturul suprafeţelor exploatate se acumulează sarcini de compresiune *3*, sarcini rezultate ca urmare a preluării pe aceste zone şi a greutăţii rocilor dublu încastrate în A şi B ce formează tavanul spaţiului exploatat. Această zonă este determinată de unghiurile β şi γ, care reprezintă unghiurile limită de scufundare şi care delimitează la suprafaţă (dacă $H < H_S$) albia de scufundare DC, *1* ;
- zona de încovoiere maximă a rocilor (II), delimitată între unghiurile φ_1, β şi φ_2, γ, respectiv de unghiurile :

$$\theta_1 = 180 - (\varphi_1 + \beta),$$

$$\theta_2 = 180 - (\varphi_2 + \gamma).$$

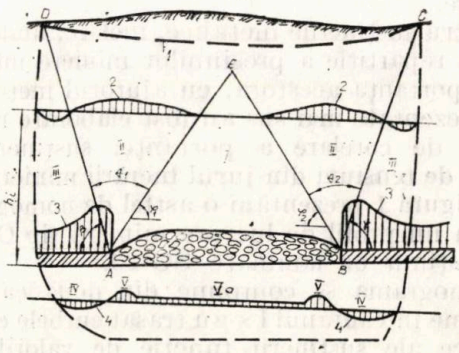


Fig. 1. Zone de influenţă a presiunii miniere în jurul spaţiului excavat :
I — subminări totale ; II — încovoieri maxime ; III — presiuni de reazem

În această zonă rocile se deformează la tracţiune, adică la solicitarea la care ele în mod obişnuit sînt mai vulnerabile, de aceea aici au loc cele mai complexe mişcări şi deformaţii.

Interpretînd manifestarea presiunii miniere în diferite secţiuni vom constata :

— pe vatra abatajului şi pe culcuşul stratului epura presiunilor este dată de diagrama 4, reprezentînd compresiuni (presiune de reazem) în zonele IV şi tracţiuni (tendinţă uşoară sau manifestă a vetrei de a se ridica) în zonele V şi V *a* ;

— la o anumită înălţime h_i epura presiunilor este dată de diagrama 2, din care reţi-

nem zone de compresiune (III), în care se manifestă presiunile de reazem, zone de tracțiune (II), în care se manifestă deplasări și zona tensiunilor nule (I), în care, deși rocile nu sînt în echilibru, faptul că acestea realizează o simplă translație face să nu apară tensiuni în interiorul lor.

Pornind de la această interpretare, rezultă că orice corp de minereu, aflat în interiorul zonei $ABCD$ a unui cîmp de abataj de deschidere AB, se află în zona de subminare a acestui abataj.

Condițiile de subminare a două blocuri tectonice de minereu suprapuse sau alăturate, care trebuie să fie îndeplinite simultan, sînt următoarele.

a. Blocul tectonic superior (fig. 2) să fie parțial sau integral în interiorul zonei de sub-

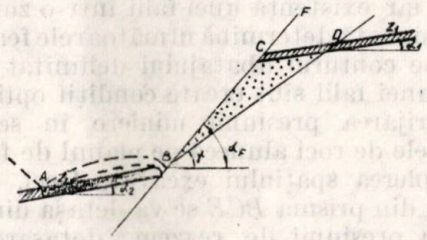


Fig. 2. Bloc tectonic z_1 subminat parțial de exploatarea blocului inferior z_2

minare a blocului inferior în care se produce dezechilibrul rocilor, urmare unei activități de exploatare. În cazul specific al zăcămintelor tectonizate, acest efect se produce îndată ce înclinarea faliei α_F este mai mare decît unghiul de scufundare al rocilor γ, deci:

$$\alpha_F > \gamma.$$

Într-o astfel de situație se formează o prismă triunghiulară BCD care intră în zona de subminare și o dată cu aceasta se subminează și porțiunea CD din blocul tectonic superior.

b. Cea de-a doua condiție care trebuie să fie simultan satisfăcută este aceea ca distanța, respectiv înălțimea pe verticală a blocului superior, față de cel inferior, să fie sub valoarea limită, adică:

$$h < h_s.$$

Distanța sau înălțimea minimă (h_s), numită și distanță de siguranță, este influențată de numeroși factori dintre care cei mai semnificativi sînt:

— grosimea m a stratului inferior care subminează și care, la rîndul ei, determină h_1 înălțimea tehnologică a abatajului practicat pe acest strat (fig. 3);

— proprietățile fizico-mecanice ale rocilor din acoperișul stratului inferior și — în mod deosebit — modul în care acestea se deformează sub influența golului tehnologic creat;

— metoda de exploatare practicată pe stratul inferior, mai ales din punctul de vedere al dirijării presiunii acoperișului (cu surpare parțială sau totală; cu rambleiere parțială sau totală; cu camere și stîlpi etc.);

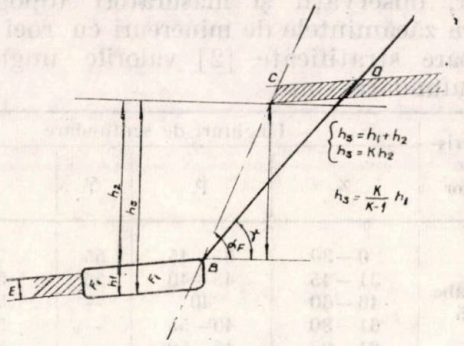


Fig. 3. Determinarea înălțimii de siguranță

— coeficientul de înfoiere K prin surparea rocilor din acoperișul stratului inferior.

În raport cu coeficientul de înfoiere, din figura 3 se vede că:

$$\begin{cases} h_1 + h_2 = h_s \\ Kh_2 = h_s \end{cases}$$

de unde: $h_s = \dfrac{K}{K-1} h_1$,

relație care ne permite să determinăm înălțimea de siguranță, funcție de înălțimea tehnologică a abatajului din blocul inferior și de coeficientul de înfoiere a rocilor din acoperișul acestui bloc. Dacă în acoperișul blocului de minereu există o succesiune de roci cu parametri diferiți, se înțelege că mărimea K va reprezenta o mărime medie. Din relație se vede că în situația $K = 1$, $h_s = \infty$. Deci, dacă rocile nu și-ar mări volumul (nu s-ar înfoia) prin surpare, înălțimea de siguranță nu s-ar atinge niciodată, s-ar crea goluri succesive de aceeași dimensiune care nu s-ar umple niciodată, sistemul ar funcționa ca o clepsidră. Desigur, în cazul rocilor comune nu se întîmplă acest lucru. Această relație de determinare a înălțimii de siguranță este valabilă în cazul cel mai defavorabil și anume cînd presiunea minieră se dirijează prin surpare totală (cazul și al zăcămintelor de care ne ocupăm).

În situația concretă a zăcămintelor tectonizate, putem adopta ipoteza că un bloc tectonic inferior aflat în exploatare subminează un alt bloc tectonic adiacent lui dacă sînt satisfăcute simultan următoarele condiții:

— înclinarea faliei α_F este mai mare decît unghiurile de subminare β, γ, δ, și dacă

— pasul vertical al faliei p_v este mai mic decît înălțimea de siguranță h_s.

Unghiurile de scufundare (β in aval, γ în amonte și δ pe direcție) în funcție de înclinarea α a zăcămîntului și de caracteristicile rocilor din acoperiș se determină pentru fiecare zăcămînt în parte pe baza unor studii de mecanica rocilor, observații și măsurători topografice. Pentru zăcămintele de minereuri cu roci înconjurătoare stratificate [2] valorile unghiurilor de scufundare sînt:

Caracteristicile rocilor	Unghiuri de scufundare			
	α	β	γ	δ
Roci slabe $f<5$	0—30	55—45	55	55
	31—45	45—40	55	55
	46—60	40	—	55
	61—80	40—55	—	55
	81—90	45—50	—	55
Roci tari $f>5$	0—30	60—50	δ	$55°+1{,}5f$
	31—45	50—45	δ	idem
	46—80	45—40	—	idem
	61—80	40	—	idem
	81—90	40—50	—	idem

Pentru a adapta mărimile de mai sus la varietatea zăcămintelor și rocilor din acoperișul acestora, în literatura de specialitate [2] se recomandă diferiți coeficienți de corecție. Pentru zăcămintele din zona cristalină a munților Maramureșului, ținînd seama de corecțiile amintite, am adoptat: $\beta = 50°$, $\gamma = 55°$, $\delta = 60°$.

Situația subminării a două strate înclinate suprapuse (fig. 4) scoate în evidență săgeata de scufundare mult mai accentuată în amonte

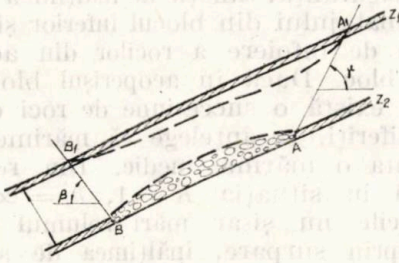


Fig. 4. Subminarea diferențiată spre amonte în cazul a două lentile suprapuse

decît în aval. De aici se desprinde concluzia practică că în situația zăcămintelor tectonizate trebuie evitată influența subminării în amontele corpurilor de minereu aflate în exploatare și mai puțin în aval, deși și aici se pot produce subminări.

În zonele alăturate cîmpului de abataj, asupra masivului neatacat se manifestă un complex de tensiuni dintre care cea mai importantă este presiunea de reazem. Presiunea de reazem este concentrarea tensiunilor pe conturul care mărginește lucrarea minieră, concentrare determinată de presiunea normal litostatică la care se adaugă, ca o presiune suplimentară, greutatea rocilor neprăbușite situate deasupra zonei excavate.

Pentru zăcămintele tectonizate (fig. 5) presiunea de reazem trebuie interpetată în legătură cu existența unei falii F între ceie două

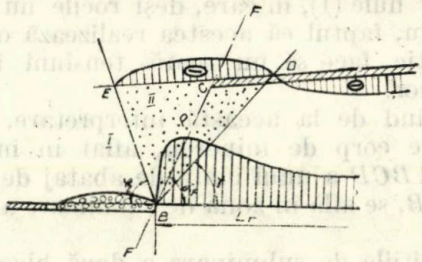


Fig. 5. Segmentarea prin falia F a prismei BDE ce provoacă presiunea de reazem

unghiuri: γ unghiul de scufundare și φ unghiul de subminare. În această zonă (II) au loc manifestări de tracțiune, așa cum am constatat anterior, iar existența unei falii într-o zonă astfel dimensionată determină următoarele fenomene:

- pe conturul abatajului delimitat de existența unei falii sînt create condiții optime pentru dirijarea presiunii miniere în sensul că pachetele de roci alunecă pe planul de falie pînă la umplerea spațiului excavat. Deci, volumul de roci din prisma BCE se va detașa din prisma BDE a presiunii de reazem, detașare ce nu reduce presiunea de reazem, favorizînd ca întreaga prismă să alunece, partea BDC putînd să se stabilizeze;
- în același timp, existența unei falii în zona de manifestare a presiunilor de reazem determină ca tavanul, în zona spațiului exploatat și în zona alăturată neexploatată, să nu se comporte ca o grindă continuă, încastrată la capete, ci ca o consolă în zona faliei; acest

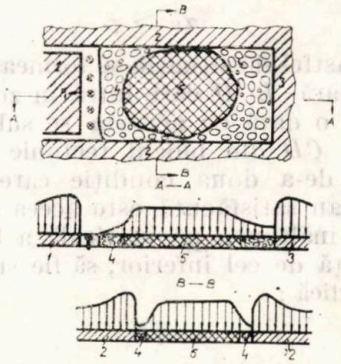


Fig. 6. Presiunea de reazem pe conturul abatajului și pe rambleu.

lucru poate conduce la surpări succesive în zona tehnologică, situație în care reducerea presiuni de reazem este însoțită de creșterea presiunii pe susținere, pe rambleu sau chiar pe frontul de lucru.

Revenind asupra presiunii de reazem, trebuie să precizăm că (fig. 6) aceasta se manifestă nu numai pe frontul de lucru *1*, ci și pe conturul lateral *2* al suprafeței de abataj și chiar în spatele frontului de abataj *3*. Măsurători efec-

tuate au condus la concluzia că presiunea de reazem se transmite și asupra rambleului (mai ales atunci cînd se aplică dirijarea presiunii prin rambleiere totală cu rambleu consolidat) și în acest mod sînt diminuate mult valorile presiunilor în frontul de lucru și pe pilierii laterali.

Presiunea de reazem rămîne însă o sarcină suplimentară asupra conturului spațiului exploatat. Mărimea suplimentară a acesteia este dată de greutatea rocilor cuprinse în prisma triunghiulară din figura 1 și are valorile :

$$\text{— în amonte, } Q_B = \frac{\gamma_a H_B^2 \cos \varphi_2}{2 \sin(\varphi_2 - \alpha)}$$

$$\text{— în aval, } \quad Q_A = \frac{\gamma_a H_A^2 \cos \varphi_1}{2 \sin(\varphi_1 - \alpha)}$$

$$\text{— pe direcție, } Q_d = \frac{\gamma_a H_d^2 \cos \varphi_3}{2 \sin \varphi_3} = \frac{\gamma_a H_d^2}{2 \operatorname{tg} \varphi_3}.$$

Aceste încărcături suplimentare dau presiunile totale :

$$p = \gamma_a H + \frac{Q}{S} = \gamma_a H \left(1 + \frac{Q}{\gamma H S}\right)$$

care devin :

$$p_A = \gamma_a H_A \left[1 + \frac{H_A \cos \varphi_1}{2 S_A \sin(\varphi_1 - \alpha)}\right]$$

$$p_B = \gamma_a H_B \left[1 + \frac{H_B \cos \varphi_2}{2 S_B \sin(\varphi_2 + \alpha)}\right]$$

$$p_d = \gamma_a H_d \left[1 + \frac{H_d}{2 S_d \operatorname{tg} \varphi_3}\right].$$

Mărimea S reprezintă suprafața de reazem și este dată de produsul :

$$S = l \cdot L$$

unde :

l este lungimea conturului pe direcția dată (l_A; l_B; $l_d = \overline{AB}$);

L — extinderea în pilier sau în masiv pe care se manifestă presiunea de reazem și care în funcție de adîncimea exploatării față de suprafață este :

H_s	100—200	200—300	300—500	500—1000
L	30— 60	60— 80	80—100	100— 120

În jurul unui abataj avem trei tipuri de suprafețe pe care se manifestă presiunea de reazem :

— suprafața determinată de front și extinderea pe adîncime a acestuia :

$$S_d = l_d \cdot L,$$

— suprafața flancului abatajului din amonte :

$$S_B = l_B \cdot L.$$

— suprafața flancului abatajului din aval :

$$S_A = l_A \cdot L.$$

În mod obișnuit $l_A = l_B$ (cu excepția abatajelor diagonale), reprezentînd lungimea spațiului exploatat la un moment dat.

În calculul presiunii pe reazem atunci cînd dimensiunile pilierilor sînt mai mici decît suprafețele de influență, sarcinile vor fi raportate numai la suprafața pilierilor. În situația în care se utilizează rambleierea totală și în mod deosebit la utilizarea rambleului consolidat, sarcinile asupra pilierilor vor fi reconsiderate, evidențiind și suprafețele portante ale rambleului.

Pentru evitarea subminării trebuie reconsiderată și înălțimea de siguranță H_S, dacă se adoptă metoda de exploatare cu rambleiere. Aceasta este dată de formula :

$$H_S = \frac{K}{K-1} \cdot \frac{r-1}{r} \cdot h_1,$$

$r = \frac{h_r}{h_1}$ — grad de rambleiere (de umplere a golului),

h_r — înălțimea rambleiată (remanentă după tasarea rambleului),

h_1 — înălțimea excavată.

În cazul în care $r = 1$ (rambleierea totală) atunci $H_S = 0$, adică rocile din acoperiș nu suferă deformări, ele sprijinindu-se în continuare pe rambleu, ca și pe (teoretic) masivul de zăcămînt neatacat.

Bibliografie

[1] Cozma, S t. *Contribuții la perfecționarea sistemelor de deschidere a zăcămintelor extrem de tectonizate.* Teză de doctorat. Institutul de Mine Petroșani, 1978.

[2] Popescu, A l. *Metode de calcul a stabilității lucrărilor miniere subterane și dimensionarea pilierilor de siguranță.* O.D.P.T. — M.M.P.G., București, 1973.

[3] Cozma, S t. *Dirijarea presiunii miniere la exploatarea zăcămintelor extrem de tectonizate din Munții Maramureșului.* Buletin I.C.P.M.N. Baia Mare, 1975.

Aspecte privind asecarea formațiunilor acvifere situate în acoperișul și culcușul stratelor de lignit din bazinul Căpeni-Baraolt-Vîrghiș

Ing. I. Micu
Combinatul minier Ploiești

ing. A. Boroș
Întreprinderea minieră Căpeni

Zăcămîntul de lignit din bazinul Căpeni—Baraolt—Vîrghiș este situat în extremitatea nordică a depresiunii Țara Bîrsei, la poalele munților Harghita și Baraolt, teritorial aparținînd județului Covasna.

Bazinul are un contur neregulat, iar zăcămîntul este fragmentat în cîmpuri miniere distincte, delimitate de falii principale. Aceste cîmpuri miniere pot fi grupate astfel : Căpeni-nord, Baraolt-est și Baraolt-sud, Racoș și

Racoș-Golf, Vîrghiș-vest și Vîrghiș-est, Bodoș și Aita Seacă.

Depozitele ce iau parte la alcătuirea geologică a bazinului sînt de vîrstă cretacică, pliocenă și cuaternară. Cretacicul, constituit în cea mai mare parte de stratele de Sinaia, reprezintă fundamentul și rama bazinului. Pliocenul, depus discordant peste fundamentul cretacic, este constituit din marne și argile cenușii, cu intercalații de nisipuri și pietrișuri.

Tectonica zăcămîntului a rezultat din scufundarea zonei ce s-a manifestat de la începutul paleogenului pînă în levantin. S-au identificat două falii principale orientate NNE și SSV, care separă cîmpurile miniere Căpeni-nord de Baraolt-sud.

În cadrul fiecărui cîmp în care s-au executat lucrări miniere, s-a constatat existența unei frecvențe mari a faliilor secundare cu orientări N—S și respectiv E—V, cu amplitudine de 1—30 m, care, la rîndul lor, compartimentează zăcămîntul îngreunînd conducerea lucrărilor de deschidere și pregătire.

Cîmpurile Racoș, Vîrghiș-est, Baraolt-sud și în parte Baraolt-est au condiții hidrogeologice grele și foarte grele.

Din cercetările efectuate a rezultat că în alcătuirea litologică a bazinului sînt cantonate mai multe complexe acvifere dintre care cele mai mari greutăți, la ora actuală, le dau :

— complexul acvifer mediu, situat între stratele I și III *cb*, cu o grosime de 2—55 m ;

— complexul acvifer superior care grupează stratele acvifere situate deasupra stratului III *cb*, în grosime totală de 50 m.

În ambele cazuri, apa este însoțită de gaze, cu preponderență CO_2. Prezența gazelor este strîns legată de activitatea post-vulcanică a munților Harghita.

Avînd în vedere caracteristicile zăcămîntului, s-a abordat metoda de asecare combinată :

- de la suprafață, prin foraje de drenare, echipate cu pompe submersibile, executate în avans față de lucrările miniere și care vor deveni foraje-filtre de cădere ;
- din subteran, prin filtre penetrante.

Forajele de detensionare, executate de la suprafață, la distanța de 150 m, s-au dovedit în multe cazuri insuficiente, deoarece un număr foarte mare de falii și microfalii fragmentează zăcămîntul și generează „capcane" care fac ca presiunea și debitul să revină în jurul valorilor inițiale. În alte cazuri, zonele de faliere sînt zone de descărcare a energiei din acvifer. Ambele situații, însă, generează mari greutăți în desfășurarea activității de asecare.

Urmărind modul de manifestare a acviferului din complexul superior, în timpul plantării și funcționării filtrelor, au fost constatate o serie de fenomene care se manifestă total diferit decît în alte bazine carbonifere din țară cu condiții hidrogeologice foarte grele.

Astfel (fig. 1), un filtru de asecare, de referință, plantat în compartimentul determinat de faliile F_1 și F_2, în perioada $t_0—t_n$, funcționează după n cicluri definite de k intervale, fiecare interval fiind caracterizat de cîte patru perioade, bine delimitate în timp.

S-a notat :

t_0 — momentul inițial, corespunzător începerii acviferului prin foraj ;

t_n — momentul final care coincide cu închiderea ciclurilor.

În aceste perioade, prin filtru, curgerea este monofazică (CO_2) sau bifazică (apă cu CO_2 în soluție — în stare lichidă sau apă și CO_2 sub formă de spumă sau ceață), trecerea de la o fază la alta realizîndu-se după un timp de stagnare.

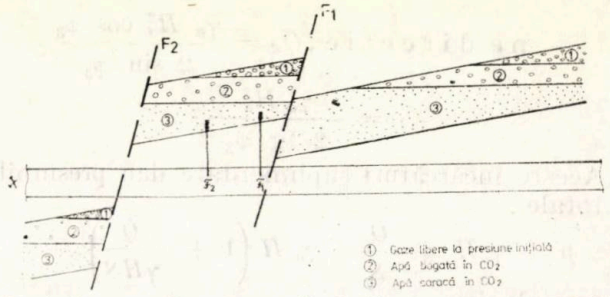


Fig. 1. Strat acvifer cu cupolă de CO_2 la presiune inițială

În baza observațiilor făcute și considerînd valabilă ipoteza conform căreia prezența gazelor este legată de activitatea postvulcanică a munților Harghita, se pune problema elucidării modului de formare a fazelor în cadrul aceluiași colector.

În acest sens, se presupun valabile două ipoteze.

1. Existența unui aranjament preexistent ca în figura 1.

2. În acvifer există o singură fază, faza lichidă (apa conține în soluție CO_2).

Deschiderea acviferului prin foraje se face — evident — în scopul scăderii nivelului piezometric, care va ocupa poziții succesive în timp, ajungînd după timpul T să ocupe poziția NP_T (fig. 2) :

NP_T = nivelul piezometric la momentul T, după începerea asecării.

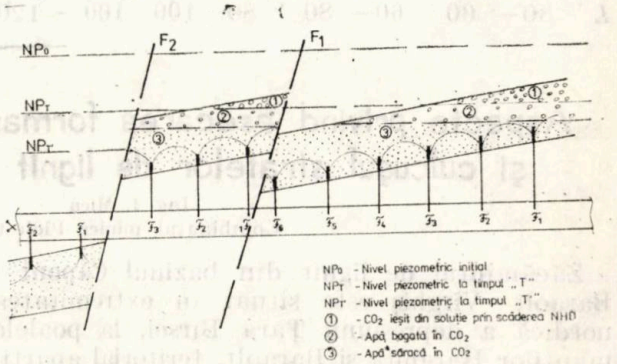


Fig. 2. Strat acvifer fără cupolă de CO_2

Spațiul determinat de suprafața SP_T (a cărei intersecție cu un plan vertical orientat E—V definește curba NP_T) și suprafața de contact dintre acvifer și pachetul impermeabil situat în acoperișul direct al acviferului este caracterizat de o presiune $p' < p_s$ (presiunea de saturație a amestecului apă-gaz). Aceasta permite expansiunea gazelor din soluție și ocuparea de către acestea a poziției superioare. Acest transfer de fază se poate urmări mai bine în diagrama de stare a sistemului binar apă-gaz din figura 3.

Expansiunea gazului din soluție și ocuparea poziției superioare din acvifer (în blocurile rezultate în urma tectonizării zăcămîntului) con-

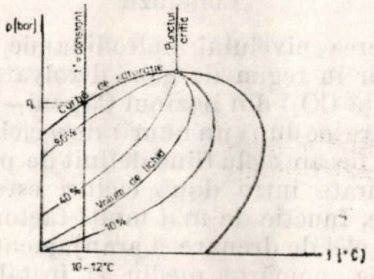


Fig. 3. Diagrama de stare (posibilă) a sistemului binar apă-bioxid de carbon

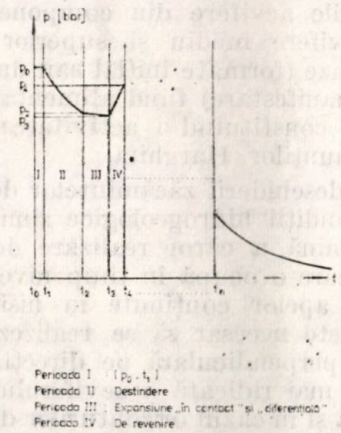


Fig. 4. Variația presiunii în decursul ciclului de manifestare

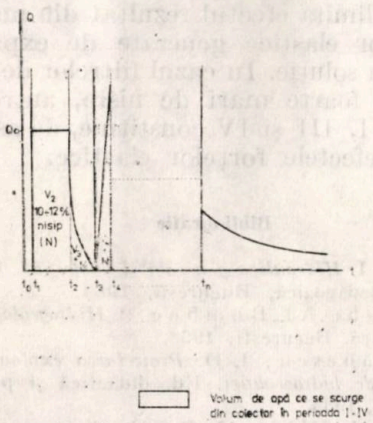


Fig. 5. Variația debitului de fluid în decursul ciclului de manifestare

firmă valabilitatea ipotezei 1, dar nu o exclude pe cea de-a doua. Ipoteza 2 însă este valabilă numai în perioada $T_0 - T$.

Figurile 4 și 5 reprezintă variația presiunii și a debitului de fluid în decursul ciclului de manifestare. La trasarea curbelor s-a avut în vedere că sonda de asecare este parțial penetrantă, mișcarea fluidului în mediul poros fiind parțial radial sferică.

Urmărind în paralel cele două curbe: $p = p(t)$ și $Q = Q(t)$ se observă că intervalul $t_0 - t_1$ (de la cîteva ore la una-două zile) este definit de curbele $Q = 0$ și $p = p_0$. În mod normal, s-ar trage concluzia că formațiunea este asecată sau că tehnologia de introducere a filtrului nu a fost riguros respectată sau însuși tipul de filtru folosit nu este cel adecvat. Este o perioadă înșelătoare ce poate fi marcată de erupții de mari proporții, cu consecințe foarte grave. Această perioadă este caracterizată de transformări care au loc în roca colectoare, al căror punct culminant este marcat de ruperea fluxului de lichid care generează momentul de început al curgerii. Debitul crește într-un timp foarte scurt și atinge valori ce depășesc 1000 l/min., atingerea valorii maxime făcînd trecerea la perioada a II-a. Curgerea are loc cu antrenare de material solid în procent de 10—12%.

Perioada a II-a a unui ciclu de funcționare este definită de curbele $Q = Q_0$ și $p = p(t)$*. Este perioada de destindere primară a energiei acumulate, curgerea fiind monofazică (lichid cu gaze dizolvate). Această perioadă durează circa 30 ore, timp în care are loc o scădere pronunțată a presiunii hidrodinamice la valoarea p_2, într-un timp relativ scurt. Începe expansiunea diferențială a gazelor din soluție (fig. 6).

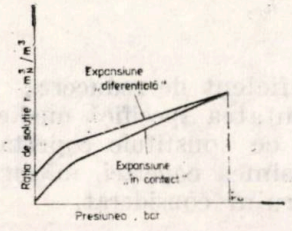


Fig. 6. Expansiunea diferențială a gazelor din soluție

Scăderea debitului de la valoarea Q_0 la valoarea $Q = 0$ definește perioada a III-a, în care curgerea este bifazică (sub formă de spumă sau ceață). Perioada a III-a este caracterizată de o scădere lentă a presiunii care permite expansiunea în contact (expansiunea diferențială continuă) a gazelor din soluție. Gazele vor ocupa pozițiile superioare ale acviferului (fig. 1 și 2) și în continuare acviferul se va manifesta ca și cînd ar avea cupolă de gaze. În perioada a III-a are loc o elastizare a mediului lichid care se destinde și tinde să urmărească

* Asupra curbelor ce definesc variația presiunii și debitului în timp, corespunzătoare perioadelor II, III și IV, se va reveni.

drumul parcurs de gaze. Curgerea are loc cu antrenarea a 4—5% nisip, procent care se menține și în perioada a IV-a.

Perioada a IV-a este marcată de creșterea presiunii în cupolă și refacerea energiei sistemului.

Manifestarea acviferului, ce se traversează de puțurile de deschidere I-200 și I-201 Vîrghiș-est, în timpul funcționării forajelor de drenare, confirmă cele prezentate (fără antrenare de nisip, curgerea fiind ascensională), timpul dintre două cicluri consecutive fiind de circa 60 de zile. Aceleași concluzii rezultă din documentația întocmită pentru mina Vîrghiș II.

Se poate spune că înainte de începere, presiunea lichidului este p_0 (presiunea inițială).

$$p = p_0 = p_p + p_1 \pm p_c + p_s, \qquad (1)$$

în care :

p_p este presiunea lichidului cantonat în pori ;
p_1 — presiunea litostatică preluată de lichidul din pori ;
p_c — presiunea capilară ;
p_s — presiunea suplimentară generată în principal de influența acviferelor superioare asupra acviferului de asecat.

Dacă : $$p_p = U \cdot \gamma_s \cdot h_1, \qquad (2)$$

unde :

U este porozitatea ;
γ_s — greutatea specifică a apei mineralizate ($\gamma_s = 1{,}07$ daN/dm^3) ;
h_1 — înălțimea piezometrică corespunzătoare componentei p_p ;

$$p_1 = C\gamma_{med} \cdot h_c, \qquad (3)$$

unde :

C este coeficient de reducere ;
γ_{med} — greutatea specifică medie a pachetelor ce constituie coperta ;
h_c — grosimea copertei, măsurată pe axul filtrului considerat.

$$p_c = \frac{2\sigma \cos\theta}{R}, \qquad (4)$$

unde :

σ este tensiunea superficială ;
θ — unghiul dintre direcția tensiunii σ și cea a peretelui tubului capilar ;
R — raza tubului capilar.

$$p_s = A \cdot h_s, \qquad (5)$$

unde :

A este coeficient complex cu dimensiune de greutate specifică ;
h_s — înălțimea piezometrică corespunzătoare componentei p_s.

Introducînd relațiile (2), (3), (4) și (5) în relația (1), se obține :

$$p = U\gamma_s h_1 + C_{med}\, h_c \pm \frac{2\sigma \cos\theta}{R} + Ah_s \qquad (6)$$

sau, scrisă sub formă piezometrică :

$$H_z = h_1 + h_2 \pm h_m + h_3 \qquad (6')$$

$$h_m = \frac{2\sigma \cos\theta}{R}, \text{ mCA}, \qquad (7)$$

h_m — înălțimea medie de ridicare a lichidului în capilar.

Concluzii

Reducerea nivelului hidrodinamic, în cazul acviferelor în regim de gaze dizolvate (cu preponderență CO_2) din bazinul Căpeni—Baraolt—Vîrghiș, are loc după un număr de n cicluri de manifestare, fiecare ciclu fiind definit de patru perioade. Durata între două cicluri este de circa 60 de zile, funcție de mai mulți factori (dimensiunea rețelei de drenare și aranjamentul spațial al acesteia, numărul mediu al instalațiilor de drenare aflate permanent în stare de funcționare etc.).

Orizonturile acvifere din componența complexelor acvifere mediu și superior prezintă cupole de gaze (formate inițial sau după cîteva cicluri de manifestare) fiind alimentate permanent, sursa constituind-o activitatea postvulcanică a munților Harghita.

În cazul deschiderii zăcămintelor de cărbune aflate în condiții hidrogeologice similare, prin puțuri de mină, a căror realizare depinde de poziția pe care o ocupă în timp nivelul hidrodinamic al apelor conținute în nisipurile de traversat, este necesar să se realizeze o linie de drenare perpendiculară pe direcția curgerii la cota cea mai ridicată a acviferului ; soluția este valabilă și în cazul orizonturilor de asecare. Forajele constituite după modelul de realizare a forajelor hidrogeologice vor avea în principal rolul de a limita efectul rezultat din manifestarea forțelor elastice generate de expansiunea gazelor din soluție. În cazul filtrelor de asecare, cantitățile foarte mari de nisip, antrenate în perioadele I, III și IV constituie, de asemenea, unul din efectele forțelor elastice.

Bibliografie

[1] Crețu, I. *Hidraulica generală și subterană*. Ed. didactică și pedagogică, București, 1983.
[2] Gheorghe, A. I., Bomboe, P. *Hidrogeologie minieră* Ed. tehnică, București, 1963.
[3] Pîrcălăbescu, I. D. *Proiectarea exploatării zăcămintelor de hidrocarburi*. Ed. didactică și pedagogică, București, 1983.
[5] Avram L., Micu, I. *Considerații asupra lucrărilor premergătoare exploatării unor strate de lignit deschise prin foraje cu diametru mare*. Mine, Petrol, Gaze nr. 7, 1984.

Reducerea prin aeraj a gradului de prăfuire în abatajele frontale cu tăiere mecanizată din Valea Jiului

Ing. C. Ghiță, ing. P. Bitir, sing. T. Ignat
Centrul de cercetări pentru securitate minieră Petroșani

I. Generalități

Extinderea mecanizării în extracția cărbunelui din minele bazinului Valea Jiului a condus, în mod evident, la creșterea producției și productivității muncii dar, în același timp, și la creșterea nivelului de prăfuire în abataje.

În aceste condiții, în cadrul complexului de măsuri tehnice, aerajul are un rol de seamă pentru combaterea prafului.

Contribuția aerajului în procesul de desprăfuire este determinată de doi factori principali : capacitatea de diluție și evacuare a prafului aflat în suspensie și antrenarea prafului depus anterior.

Capacitatea de diluție a aerajului este determinată de debitul de aer, iar procesul de evacuare și uneori și de antrenare în suspensie a prafului depus este determinat de viteza aerului.

Aceste probleme au constituit obiectul unor ample cercetări atît pe plan mondial, cît și la noi în țară. Din literatura de specialitate [1; 2; 3; 8; 9] se cunosc numeroase relații de calcul al debitului necesar de aer pentru aerisirea fronturilor de lucru, după factorul praf, precum și recomandări sau chiar norme în ce privește viteza de circulație a aerului prin abataje.

Relațiile de calcul sînt complicate, conțin mulți parametri care variază în limite largi, funcție de condițiile concrete din subteran, specifice fiecărui bazin sau cîmp minier. Determinarea acestor parametri este greoaie, adesea chiar imposibilă, fapt ce conduce, în general, la neaplicarea lor în practică.

În ce privește viteza curentului de aer, aceasta poate influența, în mod pozitiv sau negativ, asupra gradului de prăfuire din abataje.

Creșterea debitului de aer duce la scăderea concentrației de praf din suspensie numai în măsura în care viteza curentului de aer nu depășește o anumită valoare.

În cazul cînd această valoare este depășită, posibilitatea sedimentării particulelor de praf din suspensie se reduce, pe de o parte, iar, pe de alta, praful fin depus anterior, precum și cel care se formează la operațiile tehnologice (tăierea cu combina, dirijarea acoperișului etc.) este antrenat în suspensie în măsură mai mare, ceea ce conduce, inevitabil, la creșterea gradului de prăfuire în abataje.

Pentru reducerea prafului la minele de cărbuni, literatura de specialitate [1; 2; 3; 8; 9...] recomandă, în general, viteze de circulație a aerului în abataje cuprinse între 1,0 și 2,0 m/s.

Totodată, autorii menționați afirmă că, la valori ale curentului de aer mai mari de 2 m/s, conținutul de praf în aer crește, cantitatea de praf care trece în suspensie fiind direct proporțională cu forțele aerodinamice care acționează asupra particulelor de praf.

II. Cercetări în vederea reducerii gradului de prăfuire prin aeraj în abatajele mecanizate

Au fost alese, ca reprezentative, pentru efectuarea de experimentări în acest scop, un număr de opt abataje echipate cu complexe mecanizate de tăiere — transport — susținere, dotate cu trei tipuri de combine :

— tipul I — pentru tăiere în strate cu grosimi de 1,5—2,2 m;

— tipul II — pentru tăiere în strate cu grosimi de 2,0—3,0 m;

— tipul III — pentru tăiere în strate cu grosimi de 3,0—4,5 m.

S-a avut în vedere ca la aceste abataje să fie asigurate condiții pentru realizarea unei game cît mai largi de viteze de circulație a aerului, în deplină securitate a muncii.

Au fost cuprinse astfel în aria de cercetare abataje cu susținere mecanizată din stratul 3, echipate cu combine tip II, din stratul 5 echipate cu combine tip I și tip II, din stratele 17—18 echipate cu combine tip III, precum și abataje din stratul 12, cu susținere individuală, echipate cu combine tip I. Experimentările s-au efectuat preponderent în timpul operației de tăiere cu combina.

Conform metodologiei elaborate, concentrația de praf a fost evaluată gravimetric, prin recoltare de probe momentane la 5—8 m de combină, în sensul de curgere a aerului. S-au recoltat minimum 10 probe de praf pentru fiecare viteză de aer realizată în fronturile de abataj.

Măsurătorile de prăfuire s-au efectuat în condițiile folosirii sistemului de stropire a apei la combine.

Simultan cu măsurătorile de evaluare a prafului s-au măsurat și determinat : viteza aerului în abataje, viteza de avans a combinelor, presiunea și debitul de apă consumat la sistemul de stropire.

Au fost colectate și probe de cărbune din masiv pentru determinarea umidității cărbunelui.

Variația regimului vitezei aerului în abataj s-a realizat cu ajutorul ușilor de aeraj cu registru.

Au fost recoltate peste 700 de probe de praf în cele opt abataje în care s-au efectuat experimentările.

Datele obținute din măsurători au fost grupate și prelucrate statistico-matematic, după criteriile;

— tipul combinei;
— viteza de avans a combinei;
— umiditatea stratului;
— grosimea stratului.

Pe baza seriilor de distribuție formate prin centralizarea datelor experimentale și a numărului variabilelor luate în studiu au fost stabilite legăturile statistice de tip simplu, parabolice de grad II, avînd ecuația generală medie de estimare a funcției de regresie de forma:

$$C = a + bv + cv^2,$$

în care:

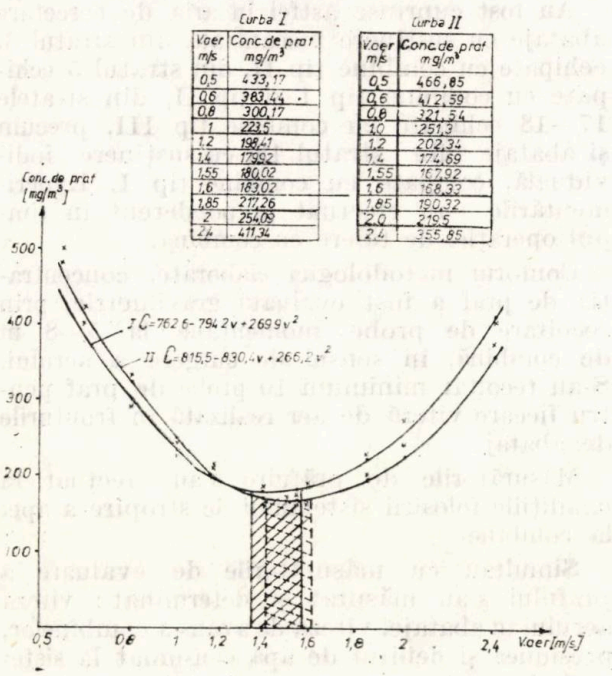
C este concentrația de praf, mg/m³, variabilă dependentă;

v — viteza aerului în abataj, m/s, variabilă independentă;

a, b, c — parametrii ecuației de regresie.

Cu rezultatele de prelucrare obținute s-au transpus și întocmit grafic curbele de corelare (ecuațiile medii de regresie) între:

● prăfuirea în abataje la tăierea cu combine, funcție de viteza curentului de aer și umiditatea stratelor de cărbune;

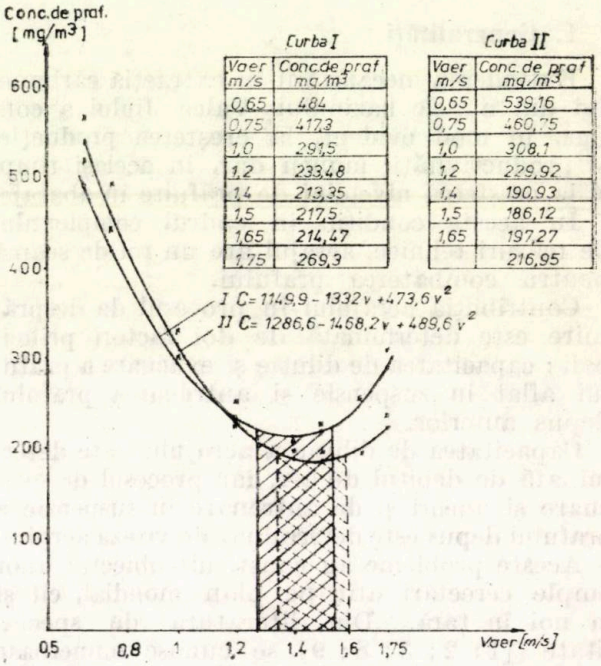


Curba I		Curba II	
Vaer m/s	Conc.de praf mg/m³	Vaer m/s	Conc.de praf mg/m³
0,5	433,17	0,5	466,85
0,6	363,44	0,6	412,59
0,8	300,17	0,8	321,54
1	223,5	1,0	251,3
1,2	198,41	1,2	202,34
1,4	179,82	1,4	174,69
1,55	180,02	1,55	167,92
1,6	183,02	1,6	168,32
1,85	217,26	1,85	190,32
2	254,09	2,0	219,5
2,4	411,34	2,4	355,85

Fig. 1. Dependența prăfuirii în abataje la tăierea cu combina tip I, în funcție de viteza aerului:
I — în condițiile: $W_t = 2,5—4,5\%$; $v_a = 1$ m/min; $Q_{apă} = 45$ l/min; II — în condițiile: $W_t = 4,5 - 6,5\%$; $v_a = 1$ m/min; $Q_{apă} = 45$ l/min.

● prăfuirea în abataje funcție de viteza curentului de aer și viteza de avans a combinelor.

Au fost astfel întocmite curbele de corelare pentru tipurile de combine reprezentative din dotarea unităților miniere din Valea Jiului.



Curba I		Curba II	
Vaer m/s	Conc.de praf mg/m³	Vaer m/s	Conc.de praf mg/m³
0,65	484	0,65	539,16
0,75	417,3	0,75	460,75
1,0	291,5	1,0	308,1
1,2	233,48	1,2	229,92
1,4	213,35	1,4	190,93
1,5	217,5	1,5	186,12
1,65	214,47	1,65	197,27
1,75	269,3		216,95

Fig. 2 Dependența prăfuirii în abataje la tăierea cu combina tip II, în funcție de viteza aerului:
I — în condițiile: $W_t = 2,5—4,5\%$; $v_a = 1$ m/min; $Q_{apă} = 45$ l/min; II — în condițiile: $W_t = 4,5—6,5\%$; $v_a = 1$ m/min; $Q_{apă} = 45$ l/min.

În figurile 1, 2 și 3 sînt prezentate curbele și ecuațiile de dependență obținute dintre concentrația de praf și viteza curentului de aer în condițiile de umiditate a stratelor de cărbune, de viteza de avans a combinelor și de consumul de apă la sistemul de stropire, specificate pe figuri.

Indicii de corelație pentru curbele parabolice din figurile menționate au avut valori cuprinse între 0,943 și 0,992, ceea ce denotă că între variabila dependentă C și variabila independentă v există o strînsă legătură.

Din analiza figurilor prezentate rezultă că viteza optimă de aer pentru prăfuirea minimă în abataj, în funcție de tipul combinei, este:

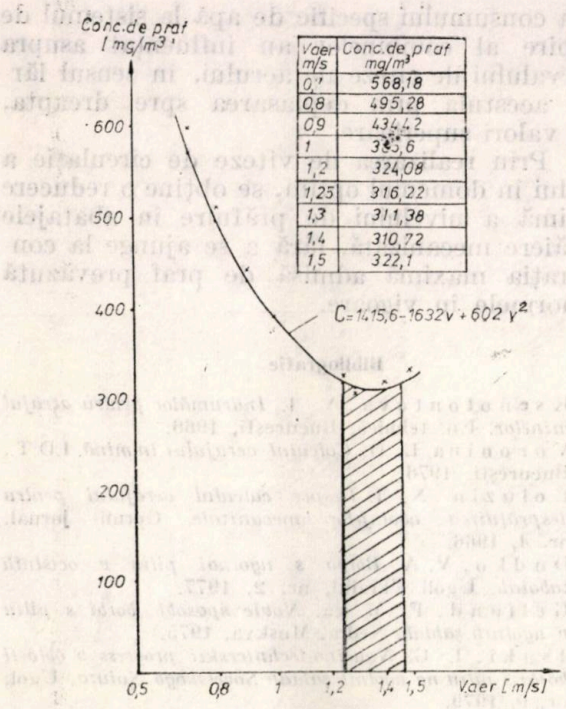
— între 1,27—1,61 m/s, în cazul combinelor tip I;

— între 1,275—1,60 m/s, în cazul combinelor tip II;

— între 1,25—1,46 m/s, în cazul combinelor tip III.

Din curbele prezentate se mai constată și faptul că umiditatea cărbunelui din strat influențează asupra domeniului de viteză.

Pentru comparare se iau în analiză curbele din figurile 1 și 2, referitoare la combinele tip



Vaer m/s	Conc.de praf mg/m³
0,7	568,18
0,8	495,28
0,9	434,42
1	385,6
1,2	324,08
1,25	316,22
1,3	311,38
1,4	310,72
1,5	322,1

Fig. 3. Dependența prăfuirii în abataje la tăierea cu combina tip III, în funcție de viteza aerului, în condițiile : W_t = =2 – 2,5 %; v_a = 1 – 1,5 m/min; $Q_{apă}$ = 75 l/min

I și II, întocmite pentru intervalele de umiditate 2,5—4,5% și 4,5—6,5%.

La creșterea umidității cărbunelui în masiv cu un procent, valoarea vitezei optime a curentului de aer crește cu aproximativ 0,07 m/s, în cazul combinei tip I, respectiv 0,09 m/s, în cazul combinei tip II, domeniul optim al vitezei aerului deplasîndu-se astfel spre dreapta. Aceasta înseamnă că învolburarea și implicit antrenarea prafului depus se diminuează, iar concentrația de praf din aer scade.

Luînd în analiză aceleași tipuri de combine și variind vitezele de avans V_a ale acestora între 0,75—2 m/min, s-au obținut curbele de dependență din figura 4.

Este ușor de remarcat că, prin mărirea vitezelor de avans la combinele amintite de la 0,75—1,0 m/min, pînă la 1,5—2,0 m/min, domeniul optim al vitezelor curentului de aer se lărgește și totodată se deplasează spre dreapta corespunzător unei valori echivalente cu 0,23—0,3 m/s.

Aceasta înseamnă că, prin creșterea volumului de cărbune tăiat, datorită creșterii vitezei de avans a combinelor, implicit crește și degajarea de praf în atmosferă, ceea ce impune creșterea rolului aerajului în ce privește factorul de diluție și de evacuare a prafului, respectiv deplasarea optimului vitezei aerului spre dreapta, deci spre valori mai mari.

Rezultatele experimentale și de prelucrare statistico-matematică, relevate prin curbele din figura 4, au permis stabilirea dependenței matematice (dependență liniară) între viteza optimă a curentului de aer și viteza de avans a combinei, prezentată în figura 5.

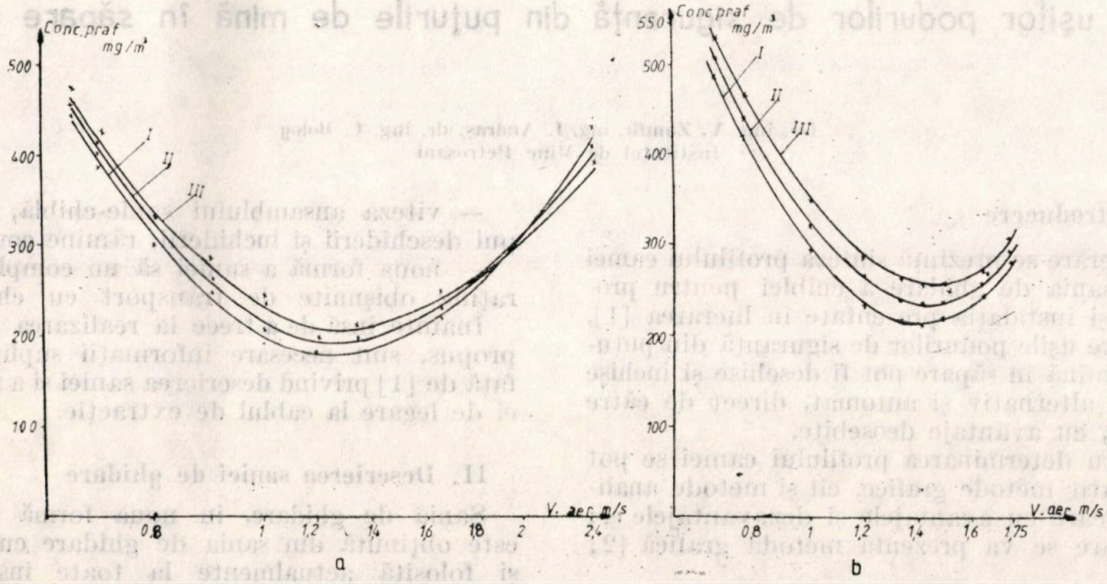


Fig. 4. Dependența prăfuirii în abataje, la tăierea cu combina tip I, *a* și tip II, *b*, funcție de viteza aerului și de viteza de avans a combinelor :
curba I, V_a = 0,75—1,0 m/min ; curba II, V_a = 1,0—1,5 m/min ; curba III, V_a = 1,5—2,0 m/min

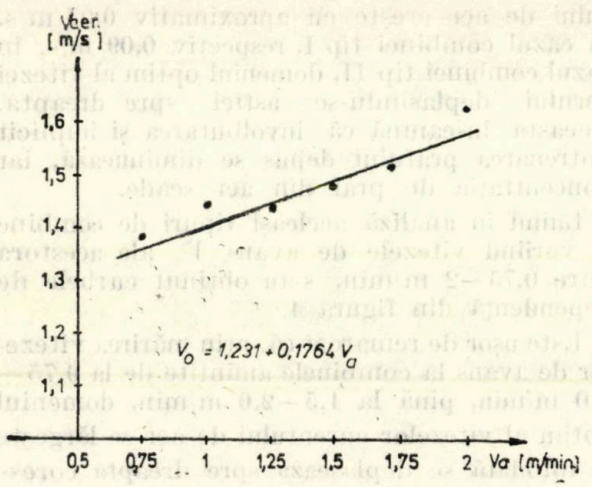


Fig. 5. Dependența dintre viteza optimă a curentului de aer în abataj și viteza de avans a combinei

Concluzii

● Avînd în vedere condițiile specifice minelor din Valea Jiului (umiditatea și grosimea stratelor de cărbune, vitezele reale de avans ale combinelor, mijloacele de combatere utilizate în abataje etc.), s-a stabilit și s-a recomandat pentru reducerea prafului pneumoconiotic în abatajele cu tăiere și susținere mecanizată realizarea de viteze de circulație a aerului cuprinse în intervalul 1,25—1,6 m/s.

● Creșterea vitezei de avans a combinelor, creșterea umidității stratelor de cărbune, creșterea consumului specific de apă la sistemul de stropire al combinelor au influențat asupra intervalului de viteze ale aerului, în sensul lărgirii acestuia prin deplasarea spre dreapta, spre valori superioare.

● Prin realizarea de viteze de circulație a aerului în domeniul optim, se obține o reducere maximă a nivelului de prăfuire în abatajele cu tăiere mecanizată, fără a se ajunge la concentrația maximă admisă de praf prevăzută de normele în vigoare.

Bibliografie

[1] Ksenofontova, A. I. *Indrumător pentru aerajul minelor.* Ed. tehnică, București, 1966.

[2] Voronina L. D. *Calculul aerajului în mină.* I.D.T., București, 1976.

[3] Goluzin N. I. *Despre calculul aerajului pentru desprăfuirea abatajelor mecanizate.* Gornîi jurnal, nr. 4, 1966.

[4] Dudko, V. A. *Borba s ugolnoi pîliu v ocistnîh zaboiah.* Ugoli Ukrainî, nr. 2, 1977.

[5] Gelfand, F. M. ș.a. *Novie sposobî borbî s pîliu v ugolnîh şahtah.* Nedra, Moskva, 1975.

[6] Isuki, I. G. *Naucino-techniceskii progress v oblasti borbî s pîliu na ugolnîh şahtah Sovetskogo Saiuza.* Ugol, nr. 9, 1979.

[7] Juravlev, V. P. *Borba s pîliu na şahtah Velikobritanii.* Ugoli, nr. 9, 1977.

[8] Heifitz S. I. ș.a. *Reducerea prăfuirii în abatajele minelor de cărbuni.* Ugletehizdat, nr. 6—7, 1968

[9] * * * *Borba s ugolnoi pîliu v vîsokoproizvoditelnîh zaboiah.* Nauka, Moskva, 1975.

[10] Ghiță C. ș.a. *Stabilirea vitezei optime de circulație a aerului în abatajele cu front lung de la minele din Valea Jiului din punct de vedere al reducerii prafului pneumoconiotic.* Studiu C.C.S.M., 1983.

Proiectarea mecanismului pentru deschiderea-închiderea automată alternativă a ușilor podurilor de siguranță din puțurile de mină în săpare (I)

Dr. ing. **V. Zamfir**, ing. **I. Andraș**, dr. ing. **C. Bolog**
Institutul de Mine Petroșani

I. Introducere

În lucrare se prezintă sinteza profilului camei de pe sania de ghidare a chiblei pentru procedeul și instalația prezentate în lucrarea [1], prin care ușile podurilor de siguranță din puțurile de mină în săpare pot fi deschise și închise în mod alternativ și automat, direct de către aceasta, cu avantaje deosebite.

Pentru determinarea profilului camei se pot aplica atît metode grafice, cît și metode analitice, fiecare cu avantajele și dezavantajele ei; în lucrare se va prezenta metoda grafică [2; 3; 4].

Datele de bază, în funcție de care se va face sinteza camei, sînt:

— ușile podurilor de siguranță trebuie să fie deschise și închise în mod lin, fără șocuri;

— viteza ansamblului sanie-chiblă, în timpul deschiderii și închiderii, rămîne constantă;

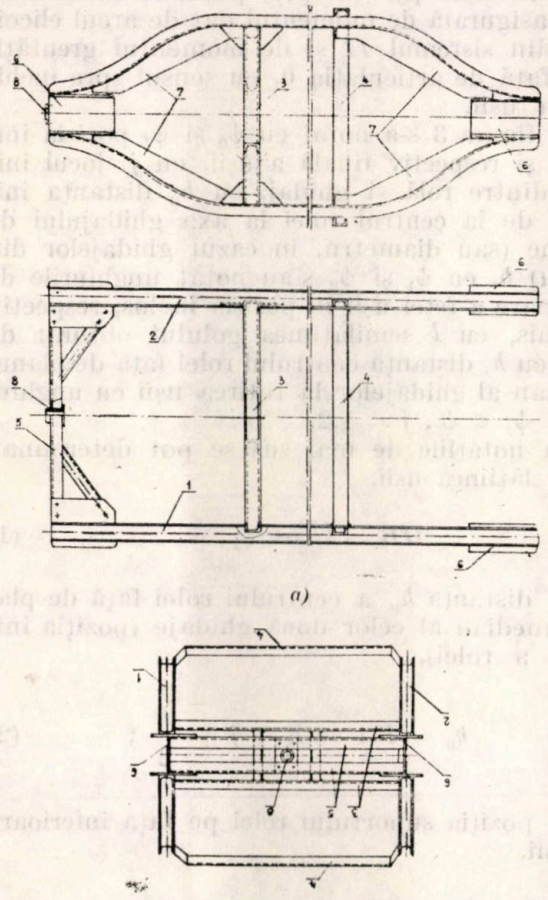
— noua formă a saniei să nu complice operațiile obișnuite de transport cu chibla.

Înainte însă de a trece la realizarea scopului propus, sînt necesare informații suplimentare față de [1] privind descrierea saniei și a modului ei de legare la cablul de extracție.

II. Descrierea saniei de ghidare

Sania de ghidare, în noua formă (fig. 1), este obținută din sania de ghidare cunoscută și folosită actualmente la toate instalațiile de săpare a puțurilor, căreia i s-au adăugat, în planul fiecăruia din ghidajele din lemn sau din cablu ale compartimentelor de transport, cîte două profile curbate la capete, formînd,

fiecare pereche, o camă de translaţie dublu simetrică. Noua sanie de ghidare rezultă de formă spaţială (se poate asemui cu o suveică), care trebuie să cuprindă total chibla cu dispozitivele ei de legare la cablul de extracţie, pentru ca acestea să nu atingă uşile atît la cursa ascendentă, cît şi la cea descendentă.



a)

b)

Fig. 1. Sania de ghidare

Modul de suspendare a saniei la cablul de extracţie trebuie să asigure ca toate bridele de legare ale capătului cablului să fie incluse în spaţiul saniei. Pentru a realiza acest lucru, sania de ghidare, în noua formă, are un jug de sprijin rezistent, format din două profile *U* transversale ce leagă şi consolidează cele două came dublu simetrice, plasat faţă de vîrful camelor din partea de mers ascendent, la distanţă potrivită pentru a putea cuprinde toate bridele prevăzute de normele în vigoare. Prin acest jug sania se sprijină pe o piesă de sprijin special construită (fig. 2), ce se montează pe un bolţ plasat într-una din găurile disponibile ale piesei, sub formă de inimă, a dispozitivului de legare a cablului.

Cele două profile ce formează jugul de sprijin al saniei sînt distanţate între ele pentru a permite trecerea uşoară a bridelor de legare a cablului, atunci cînd sania rămîne pe podul de deasupra frontului.

La vîrful saniei (suveică) în partea de mers ascendent, în planul median, este realizat un alt jug, paralel cu jugul de sprijin menţionat, format din două profile uşoare, distanţate, pe care se montează o piesă de ghidare cilindrică

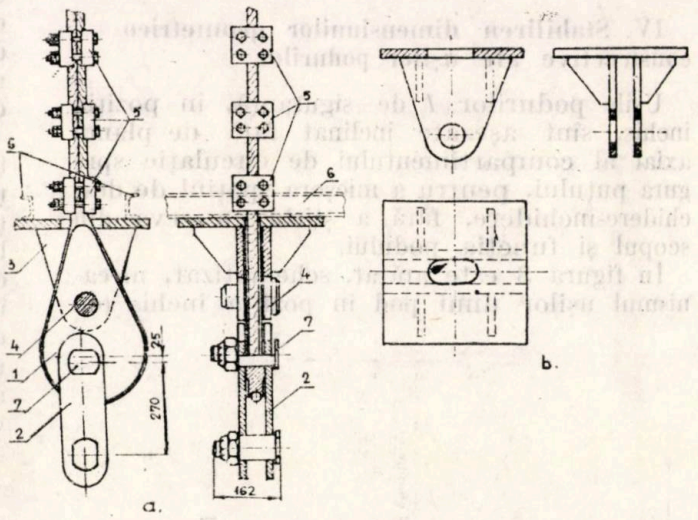


Fig. 2. Modul de legare a saniei la cablul de extracţie

(din două bucăţi), prin care trece cablul de extracţie, executată din bronz.

Profilele din care se realizează camele dublu simetrice pot fi profile *U* sau profile corniere, ambele prezentînd o ghidare bună pe rolele de pe uşile podurilor. Capătul inferior al saniei este liber pentru a permite intrarea chiblei şi a dispozitivelor ei de legare în interiorul saniei.

În această parte a saniei, acolo unde începe profilul camei, există un inel de consolidare, care lasă suficient spaţiu liber (fereastră) pe feţele paralele la planul dus prin cele două ghidaje ale compartimentului de transport, prin care se poate răsturna chibla pentru descărcare, fără a fi necesară suspendarea saniei în turnul de extracţie.

III. Legarea saniei la cablul de extracţie

Legarea saniei la cablul de extracţie se realizează prin procedeul arătat în figura 2, în care se foloseşte o piesă specială (fig. 2 *b*).

Piesa de sprijin *3* se prinde la inima *1* a dispozitivului de legare, printr-un bolţ *4*, fără a deranja legătura ecliselor carabinei *2*, prin bolţul *7*.

Piesa de sprijin *3* are o placă de sprijin cu fantă centrală pentru cablu şi capătul „inimii" două plăci laterale, paralele cu feţele „inimii" (întărite cu cîte două nervuri), care permit legarea piesei *3*, prin bolţul *4*. Piesa de sprijin se montează pe „inima" *3*, înainte de a lega capă-

tul cablului prin bridele *5*, sub jugul de sprijin al saniei, format din profile de rezistență *6*. Sprijinirea saniei pe piesa *3* este liberă. Pe fața de contact cu jugul de rezistență al saniei, se poate pune o fișie din covor de cauciuc pentru amortizarea zgomotului la impactul dintre sanie și piesa de legătură.

IV. Stabilirea dimensiunilor geometrico-constructive ale ușilor podurilor

Ușile podurilor *1* de siguranță, în poziția închis, sînt așezate înclinat față de planul axial al compartimentului de circulație spre gura puțului, pentru a micșora spațiul de deschidere-închidere, fără a stîrbi cu ceva din scopul și funcția podului.

În figura 3 este arătat, schematizat, mecanismul ușilor unui pod în poziția închis (cu

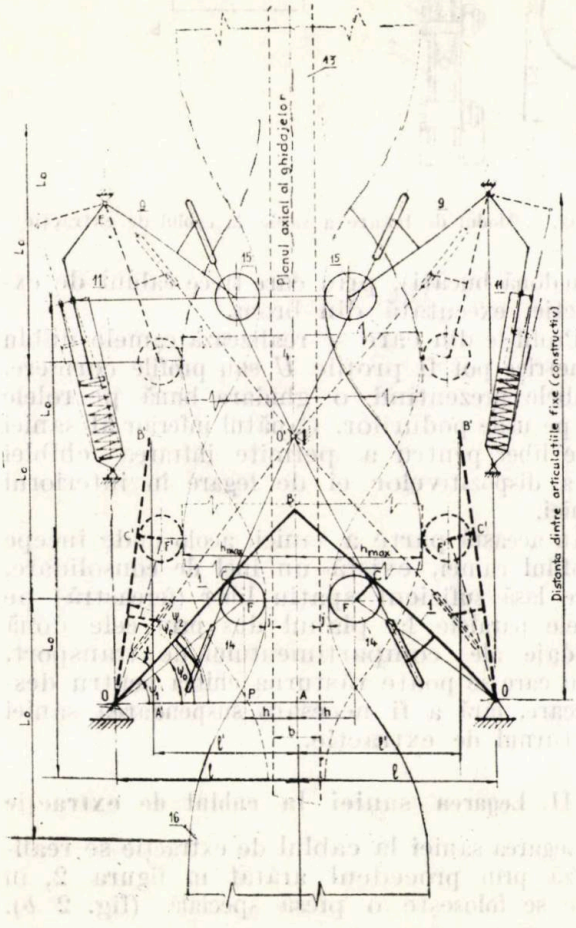


Fig. 3. Schiță de principiu a mecanismului ușilor

linie continuă) și deschis (cu linie întreruptă) și pozițiile corespunzătoare ale saniei (momentele de început și sfîrșit al deschiderii respectiv închiderii). Pe fața inferioară a ușilor *1* și la capătul brațelor cotite *9* sînt montate rolele *14* și respectiv *15*, în planul apropiat și în planul îndepărtat, al fiecăruia dintre ghidajele *13*, ale saniei *16*. Prin intermediul acestor role, camele dublu simetrice de pe sania de ghidare *16* deschid și închid ușile în mod direct, la cursa ascendentă și, indirect, prin brațele cotite *9*, la cursa descendentă. Construcția este astfel realizată, încît perechile de role de pe cele două uși și cele de pe brațele cotite rămîn în contact cu camele saniei pe toată durata trecerii acesteia prin dreptul podului. Închiderea este asigurată de momentul dat de arcul elicoidal din sistemul *11* și de momentul greutății ușii față de articulația 0, cu sensul spre închiderea ușii.

În figura 3 s-a notat cu ψ_0 și ψ_f poziția inițială și respectiv finală a ușii, cu j jocul inițial dintre rolă și ghidaj, cu h_0 distanța inițială de la centrul rolei la axa ghidajului de lățime (sau diametru, în cazul ghidajelor din cablu) b, cu ψ_1 și ψ_2 s-au notat unghiurile de înclinare a feței ușii în poziția închis, respectiv deschis, cu l semilățimea golului obturat de ușă, cu h_j distanța centrului rolei față de planul median al ghidajelor la rotirea ușii cu unghiul $\psi_0 \leqslant \psi_j \leqslant \psi_f$, $j = 1,2,\ldots,n$.

Cu notațiile de mai sus se pot determina:

— lățimea ușii,

$$OB = l/\cos\ \psi_1; \tag{1}$$

— distanța h_0 a centrului rolei față de planul median al celor două ghidaje (poziția inițială a rolei),

$$h_0 = PA = R + j + \frac{b}{2}; \tag{2}$$

— poziția suportului rolei pe fața inferioară a ușii,

$$OC = \frac{l - h_0 - CF \sin\ \psi_1}{\cos\ \psi_1}; \tag{3}$$

cu CF, ales constructiv,

— distanța de la axa balamalei ușii la centrul rolei F,

$$OF = \sqrt{OC^2 + CF^2}; \tag{4}$$

— unghiurile de poziționare a ușii,

$$\psi_1 = \text{arc}\ \cos\frac{l}{OB}; \tag{5}$$

$$\psi_2 = \text{arc}\ \cos\frac{l - l'}{OB}; \tag{6}$$

$$\psi_0 = \psi_1 - \gamma; \tag{7}$$

$$\psi = \psi_2 - \gamma; \tag{8}$$

în care, $\gamma = \text{arc tg}\,\frac{CF}{OC}$ și l' este semilățimea golului liber al ușii deschise stabilită în funcție de dimensiunile diametrale ale chiblei.

V. Sinteza grafică a profilului camei

Deschiderea și închiderea ușilor se face cu mișcare variabilă pentru care accelerația poate avea diferite legi de variație impuse de proiectant, în conformitate cu scopul funcțional. Pentru cazul de față s-a impus mai sus ca deschiderea-închiderea ușilor să se facă în mod lin, cu șocuri cît mai mici (moi) sau fără șocuri. În consecință se vor alege acele legi de mișcare care asigură această condiție.

Dintre legile de mișcare cu șocuri moi sau lipsite de șocuri alegem legea de mișcare pentru care diagrama de variație a accelerației are formă poligonală.

După ce a fost luată decizia asupra formei diagramei accelerației unghiulare ε, aceasta se reprezintă grafic la scară luînd arbitrar o valoare maximă ε_{max} și în abscisă timpul preconizat de deschidere (închidere), t la scara k_t. Prin integrare grafică succesivă, se obțin curbele de variație ale vitezei unghiulare $\omega = \omega(t)$ și spațiului unghiular $\psi = \psi(t)$, corespunzător.

Pentru realizarea integrării grafice a diagramei de variație a accelerației se alege convenabil distanța polară H_ε [mm] și folosind intervale egale pe abscisă, se obține diagrama vitezei unghiulare $\omega = \omega(t)$. Pentru integrarea grafică a diagramei de variație a vitezei unghiulare $\omega = \omega(t)$, se alege arbitrar distanța polară H_ω[mm] și folosind aceleași intervale pe abscisă, se obține diagrama de variație a spațiului unghiular $\psi = \psi(t)$, parcurs de ușă în mișcarea de deschidere (închidere).

Cunoscînd poziția inițială și finală a centrului rolelor de pe ușă și de pe brațul cotit, prin unghiurile ψ_0 și ψ_f (fig. 3) se determină unghiul maxim de deschidere (închidere) ψ_{max}, în grade, sau radiani:

$$\psi_{max} = \psi_f - \psi_0 . \qquad (9)$$

Unghiul ψ_{max} este reprezentat la scara k_ψ în diagrama spațiului unghiular $\psi(t)$ din figura 3, prin segmentul ordonată maximă $\psi_{max} = MN$, exprimat în mm.

Scara spațiului unghiular k_ψ rezultă din relația:

$$k_\psi = \frac{\psi_{max}}{MN}, \text{ în [grad/mm] sau [rad/mm].} \qquad (10)$$

Scara accelerației unghiulare se obține cu ajutorul scării spațiului unghiular k_ψ, distanței polare H_ε și scării timpului k_t:

$$k_\varepsilon = \frac{k_\psi}{H_\varepsilon^2 \cdot k_t^2}, \text{ în [grad s}^{-2}\text{ mm] sau [rad s}^{-2}\text{ mm].} \qquad (11)$$

Scara vitezelor se obține cu ajutorul scării accelerației k_ε, scării timpului k_t și distanței polare H_ω:

$$k_\omega = H_\omega \cdot k_t \cdot k_\varepsilon, \text{ în [grad s}^{-1}\text{ mm] sau [rad s}^{-1}\text{ mm].} \qquad (12)$$

Pentru exemplificare, au fost determinate numeric aceste scări, pentru legea de variație a accelerației unghiulare de formă poligonală prezentată în figura 4, pentru un caz concret, în care: $l = 815$ mm; $CF = 100$ mm; $b = 150$ mm (ghidaje din lemn); $R = 75$ mm; $j = 20$ mm; $h_{max} = 471{,}5$ mm; $OC = 758$ mm; $\psi_1 = 40°$; $l' = 575$ mm; timpul de deschidere (închidere) $t = 1{,}6$ s.

Rezultă (fig. 3): $OB = 1\,064$ mm; $CB = 306$ mm; $OF = 765$ mm; $h_0 = 170$ mm;

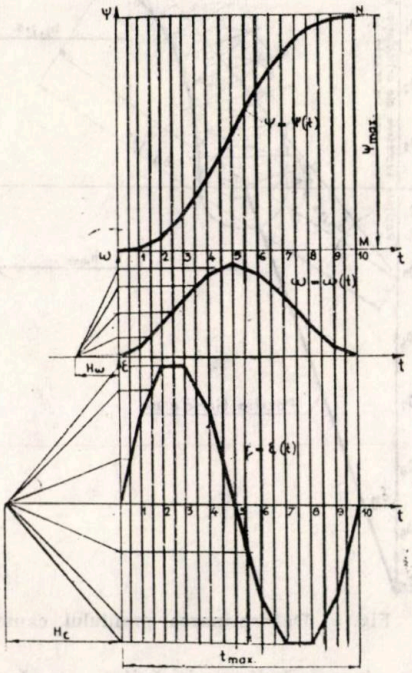


Fig. 4. Integrarea grafică pentru legea poligonală de variație a accelerației

$\gamma = 7°30'55{,}4''$; $\psi_2 = 76°57'50''$, $\psi_0 = 32°29'04{,}6''$; $\psi_f = 69°26'54''$; $\psi_{max} = 36°57'50''$; $H = 50$ mm; $H_\omega = 20$ mm; $k_t = 1/100$ s/mm; $k = 0{,}3659798$ grad/mm sau $k_\psi = 0{,}00638755$ rad/mm; $k_\varepsilon = 0{,}0255502$ rad s^{-1}/mm; $k_\omega = 0{,}00511004$ rad s^{-2}/mm.

Cu ajutorul scărilor k_ε, k_ω și k_ψ și al diagramelor $\varepsilon(t)$, $\omega(t)$ și $\psi(t)$ se pot determina valorile absolute, la un moment dat, ale accelerației unghiulare, vitezei unghiulare și spațiului unghiular,

$$\psi(t) = y_\psi(t) \cdot k_\psi ; \qquad (13)$$

$$\omega(t) = y_\omega(t) \cdot k_\omega ; \qquad (14)$$

$$\varepsilon(t) = y_\varepsilon(t) \cdot k_\varepsilon , \qquad (15)$$

în care $y_\psi(t)$, $y_\omega(t)$, $y_\varepsilon(t)$ sînt ordonatele la momentul t, în diagramele spațiului, vitezei și accelerației unghiulare.

Profilul activ al camei se trasează acum ușor (fig. 5). El rezultă ca înfășurătoare a mulțimii cercurilor de reprezentare a rolei de ghidare de pe ușă sau brațul cotit al mecanismului, în

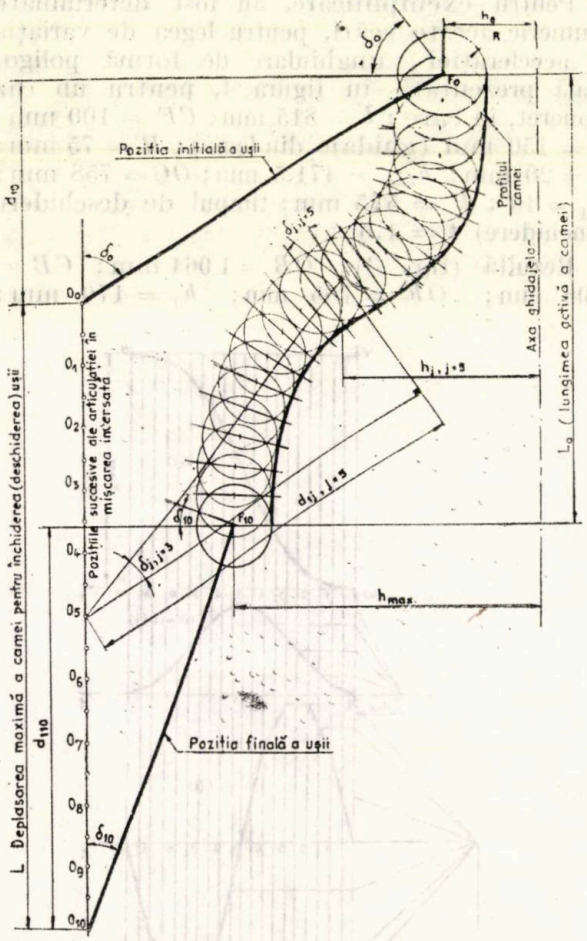


Fig. 5. Determinarea profilului camei

situația inversării mișcării: camă fixă, ușă sau braț cotit, în mișcare de translație pe direcția saniei, cu viteza acesteia. Pozițiile cercurilor de reprezentare a rolei de pe ușă și brațele cotite față de planul median al ghidajelor, în mișcarea inversă, se obțin cu ajutorul cotei h_j, calculată cu relația:

$$h_j = l - OF\cos(\psi_0 + \psi_j);\ 0 \leqslant \psi_j \leqslant \psi_f - \psi_0$$
$$j = 1,2,3,\ldots \qquad (16)$$

în care prin ψ_j s-a notat unghiul format de direcția OF în poziția la momentul t și poziția ei inițială.

În acest scop, se trasează la scară, lungimea activă L_0 a camei, aleasă din considerente constructive, pe direcția axei ghidajelor. La capetele segmentului L_0, astfel construit, se ridică cîte o perpendiculară pe care se măsoară h_j calculat cu relația (16) prin care se duc paralele la direcția L_0. Se marchează punctele F_0 și F_{10}, corespunzătoare lui $h_{j\,min}$ și respectiv $h_{j\,max}$, pe perpendicularele de la capetele segmentului L_0. Cu ajutorul compasului, cu deschiderea egală cu lungimea OF, la scară, din F_0 și F_{10} se marchează pe o paralelă la L_0 dusă la distanța l de aceasta, distanța $L = O_0O_{10}$, care reprezintă cursa saniei pe timpul deschiderii (închiderii) ușilor.

Distanța $L = O_1O_{10}$ se împarte în 20 de intervale echidistante 01′, 1′1, 12′,...,10′10. Așezînd compasul cu vîrful în punctele 0, 1′, 1,... 10′10, cu deschiderea OF, la scară, se intersectează paralelele corespunzătoare duse prin punctele h_j; $j = 1,1',\ldots,10',\ 10$, între F_0 și F_{10}, obținînd pozițiile centrelor rolelor ușilor (brațelor cotite) în mișcarea inversă. Curba înfășurătoare a mulțimii cercurilor de rază R, construite în aceste centre, constituie profilul căutat al camei ce asigură mișcarea ușii în deschidere (închidere) cu legea de variație aleasă pentru accelerație. În figura 6 este arătat profilul rezultat al camei, în care cotele indicate s-au obținut cu relația $2(h_j - R)$, $j = 1,1',\ 2,\ldots,10',\ 10$.

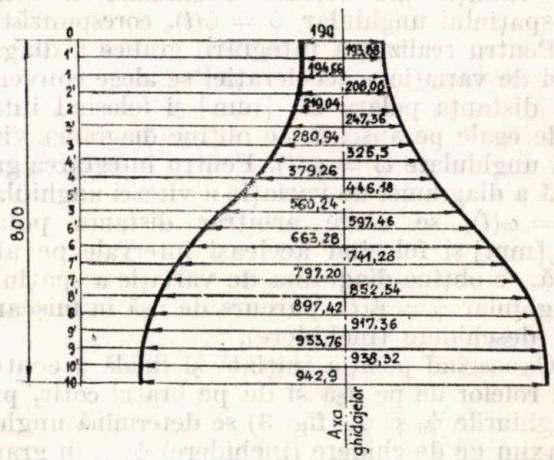


Fig. 6. Profilul camei sintetizate pentru legea poligonală de variație a accelerației

De menționat că în figura 5 prin O_j, $j = 1,1',\ 2,\ 2',\ldots$ s-au notat pozițiile articulației ușii în mișcarea inversă și prin d_{1j} distanțele de la aceste puncte la normala comună rolă-camă (pe figură au fost marcate numai distanțele pentru pozițiile 0, 5 și 10). Aceste distanțe vor fi folosite la calculul momentelor forței normale de interacțiune dintre role și sanie.

Concluzii

1. Avantajul metodei grafoanalitice prezentate constă în gradul de dificultate scăzut, ceea ce o face ușor accesibilă în proiectare.

Rezultatele, în majoritatea cazurilor practice — ca și în cazul de față —, sînt satisfăcătoare. În cadrul acestei metode, prin calcule puține, se poate sintetiza orice profil de camă pentru oricare lege de mișcare impusă tachetului. Metoda grafoanalitică are dezavantajul unor imprecizii, mai ales în faza de integrare grafică a curbei accelerațiilor. În cazurile unor mecanisme de mare precizie, în locul metodelor grafice trebuie abordate metode analitice a căror precizie este foarte ridicată. În partea a doua a lucrării se va realiza sinteza camelor de pe sanie, prin metoda analitică.

2. Pentru exemplul numeric rezolvat, vitezele unghiulare ω și accelerațiile unghiulare ε au valori absolute mici (pentru timpul de deschidere—închidere $t = 1{,}6$ s).

3. Din figura 5 rezultă că pentru acest tip de mecanism (camă de translație și tachet oscilant de rotație) profilul activ al camei are lungimea L_0 mai mică decît cursa L a camei. Pentru exemplul realizat în figura 5, la lungimea profilului $L_0 = 800$ mm, corespunde o deplasare a saniei de $L = 1120$ mm, adică cele două lungimi se găsesc în raportul $L/L_0 = 1{,}4$.

4. Cunoscînd cursa camei L, se poate stabili forma tahogramei de viteză a ansamblului sanie-chiblă în dreptul podurilor de siguranță.

Presupunînd că viteza de trecere a ansamblului sanie-chiblă pe toată durata deschiderii (închiderii) este constantă, valoarea acesteia, în ipoteza că se impune timpul de deschidere (închidere) ca în cazul de față, se poate determina cu relația:

$$v = \frac{L}{t}.$$

Pentru exemplul luat, rezultă $v = 0{,}7$ m/s, valoare pe care o considerăm rezonabilă, adoptată pe toată durata de trecere a ansamblului sanie-chiblă prin dreptul podului.

5. În figura 5 s-au figurat și unghiul de presiune δ_j (unghiul dintre normala comună a profilelor rolelor și camei) și direcția vitezei centrului rolei față de centrul 0 de rotație al ușii (fig. 3) care, așa după cum se vede, are valoare variabilă (în figură sînt arătate unghiurile δ_0, δ_5 și δ_{10}). Metoda grafoanalitică expusă mai sus nu permite un control al valorii acestui unghi, ceea ce constituie un dezavantaj al metodei. Metoda analitică permite luarea în considerare a valorii limită pentru unghiul de presiune δ, așa cum se va vedea într-un articol viitor.

Bibliografie

[1] Zamfir, V. *Un nou procedeu și instalație pentru deschiderea și închiderea automată alternativă a ușilor podurilor de siguranță de la puțurile de mină în săpare.* Revista Mine, Petrol și Gaze, nr. 3, 1985.

[2] Zamfir, V. *Alegerea profilului ghidajelor de pe vasele de extracție pentru deschiderea ușilor de aeraj din puțurile miniere de transport și aeraj.* Lucrările științifice ale Institutului de Mine Petroșani, vol. XIV, fascicula I, 1982.

[3] Zamfir, V. *Algoritm pentru proiectarea unui sistem de etanșare tip ecluză dintr-un puț minier de transport și aeraj.* Revista Mine, Petrol și Gaze, nr. 3, 1983.

[4] Manolescu, N. I. *Teoria mecanismelor și a mașinilor. Culegere de probleme*, vol. II. Ed. didactică și pedagogică, București, 1968.

Recuperarea cuprului din soluții rezultate în procese hidrometalurgice

Prof. dr. doc. ing. **L. Dobrescu**, asist. dr. ing. **Sanda Vișan**
Academia de științe economice București

Generalități

Recuperarea cuprului din soluțiile rezultate în procesele hidrometalurgice se realizează prin mai multe procedee, care se aleg ținînd seama de procedeul de solubilizare a materialului purtător de cupru, de compoziția soluției, concentrație, prezența altor ioni, pH.

Cementarea cuprului cu fier sau zinc este o metodă aplicată în mod curent soluțiilor de cupru acide sau bazice [1]. Dezavantajul major îl constituie creșterea concentrației ionilor de fier din soluție, în cazul utilizării șpanului de fier ca agent de cementare, și coprecipitarea fierului împreună cu zincul, cadmiul etc.

$$Cu^{2+} + Me = Me^{2+} + Cu, \quad (1)$$

unde:

$$Me = Fe,\ Zn.$$

Precipitarea cuprului sub formă de sulfură de cupru, la tratarea soluției cu H_2S sau cu polisulfură de amoniu constituie o altă metodă [1]. Cuprul precipită din soluții de sulfați, la barbotarea de H_2S, împreună cu nichelul, zincul și cobaltul:

$$CuSO_4 + H_2S = CuS + H_2SO_4 \quad (2)$$

Prin reducerea Cu^{2+} la Cu^{+} în mediu de clorură precipită CuCl, din care se obține cuprul metalic prin descompunere termică sau se tra-

tează cu lapte de var, cînd precipită oxidul cupros sub formă de noduli, care se topește pentru obținerea cuprului metalic [1].

$$2CuSO_4 + 2KCl + SO_2 + 2H_2O = \\ = 2CuCl + 2KHSO_4 + H_2SO_4, \quad (3)$$

$$2CuCl + Ca(OH)_2 = Cu_2O + CaCl_2 + H_2O. \quad (4)$$

Reducerea cuprului bivalent se poate realiza și cu deșeuri vegetale (coji de fructe etc.) [1], în autoclavă, la 200°C, 160 atm, obținîndu-se, în final, cupru metalic.

Extracția cuprului din soluții apoase, cu reactivi organici, în solvenți nemiscibili cu apa reprezintă o metodă deosebit de eficace și de aceea mult întîlnită în literatură. Ca reactivi de extracție s-au utilizat oxime (ex. benzofenonoxima [2]), amide tioacidfosforoase [3], săruri cuaternare de amoniu [4], metil-naftenat și acid naftenohidroxamic [5].

Schimbătorii de ioni sînt des utilizați la recuperarea metalelor neferoase din soluții pentru separarea lor între ele sau pentru concentrarea soluțiilor. Extragerea selectivă a cuprului din soluții acide poate fi realizată economic cu rășini schimbătoare de ioni anionice vinilpiridinice de tip AN-251 [6] sau LIX-64 [7] etc.

S-a studiat recuperarea cuprului din soluțiile rezultate prin lesierea acidă sau bazică a unor zguri, folosind cementarea cu zinc metalic sau extracția cu schimbători de ioni.

Soluțiile acide de sulfați cu p$H \sim 1{,}5$ aveau compoziția: soluția I — 0,35 g/l cupru, 5 g/l zinc și 11 g/l fier; soluția II — 1,45 g/l cupru, 5,05 g/l zinc și 10,5 g/l fier. Soluțiile amoniacale conțineau: soluția I — 0,76 g/l cupru și 0,4 g/l zinc; soluția II — 3 g/l cupru și 0,46 g/l zinc.

Cementarea cu zinc

Procedeul s-a aplicat atît la soluțiile bazice, cît și la cele acide, după o prealabilă neutralizare.

Din soluțiile amoniacale s-a recuperat cuprul prin cementare cu 10 g zinc adăugat la 1 litru soluție, în timp de cîteva minute. În loc de zinc metalic s-a introdus o cenușă de zinc care conținea minim 67% zinc, din care 60% era sub formă metalică. În acest caz procesul de cementare a decurs în timp de 4 ore, pentru 100 cm³ soluție.

La cementarea din soluții acide de sulfați s-au consumat aproximativ 30 g/l zinc, cînd nu s-a neutralizat în prealabil aciditatea, și 1—3 g/l zinc după neutralizarea cu 40 g cenușă de zinc cu 67% zinc, măcinată sub 400 μm și 20 g carbonat de sodiu, pentru un litru soluție. S-a ajustat astfel pH-ul la valoarea 5 și totodată a precipitat o parte din fier. S-a filtrat reziduul și precipitatul conținînd fier și s-a cementat cuprul cu 0,6 g/l zinc în cazul soluției I și 2,5—3 g/l zinc în cazul soluției II. Randamentul de recuperare a cuprului din soluțiile studiate a fost de 91,4% și respectiv 92,2%.

Cementul de cupru s-a filtrat, după care s-a precipitat zincul cu 60 g/l sodă, în primul caz, și cu 70 g/l, în cel de-al doilea. S-a recuperat astfel și 95—96% din zincul existent în soluție, sub formă de carbonat bazic:

$$4\ ZnSO_4 + 4\ Na_2CO_3 + H_2O = \\ = Zn_4CO_3 \cdot (OH)_2 + 4\ Na_2SO_4 + CO_2. \quad (5)$$

Schimbul ionic

S-a studiat reținerea ionilor de cupru, zinc și fier pe schimbători de ioni solizi, cationici, în vederea separării lor sau a concentrării lor în soluție. S-au testat trei tipuri de cationiți: vionit, wofatit KPS și zeolit. Reacțiile de schimb ionic sînt:

$$2\ R - SO_3H + Me^{2+} \rightleftarrows (R - SO_3)_2Me + 2H^+, \quad (6)$$

$$2\ Z - Na + Me^{2+} \rightleftarrows (Z)_2Me + 2Na^+. \quad (7)$$

Într-o primă serie de experimente s-a urmărit influența naturii cationitului, a pH-ului și a duratei de contact dintre cationit și soluție. În atingerea scopului propus s-au umectat cîte 30 g cationit uscat, cu apă distilată timp de 48 ore, după care s-au adăugat cîte 50 cm³ soluție care conținea 23,87 g/l cupru și 15,74g/l zinc, la p$H = 5$ și 9, obținut prin adaos de soluție de amoniac 25%.

S-a agitat cationitul cu soluția și s-au luat probe la intervale de timp, cărora li s-a analizat conținutul de cupru și de zinc. Rezultatele sînt prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1

Reținerea cuprului și zincului pe schimbători cationici în funcție de pH-ul soluției și de timpul de contact

Timp, min	pH	Wofatit		Vionit		Zeolit	
		ioni rămași în soluție, %					
		Cu	Zn	Cu	Zn	Cu	Zn
10	5	0,41	0	0,42	0	46,07	63,87
30		0,41	0	0	0	29,02	59,73
60		0	0	0	0	12,52	40,14
120		0	0	0,41	0	3,85	36,08
240		0,33	0,53	0,24	0,34	0,41	0
5	9	0	0	0,42	5,40	—	—
30		0	0	1,45	0	2,51	0
60		0	0	3,28	0	4,36	0
120		0,24	0,84	2,50	1,22	3,90	0

La p$H = 5$ și 9 s-a reținut practic întreaga cantitate de ioni de cupru și zinc din soluție, pe wofatit și vionit. Pe zeolit, la p$H = 5$ se reține greu ionii. Reacția de schimb este influențată de creșterea timpului.

Folosind aceeași tehnică de lucru s-a studiat pe vionit, reținerea metalelor la p$H = 1$ (tab. 2).

La p$H = 1$ s-au extras metalele din soluție pe schimbătorul de ioni, în ordinea scăderii razei ionice, și anume:

$$Fe^{2+} > Zn^{2+} > Cu^{2+}.$$

Tabelul 2

Reţinerea în timp a cuprului, zincului şi fierului pe vionit, din soluţia I, la $pH = 1$

Element	Compoziţia soluţiei, g/l	Extracţie, %	
		10′	60′
Cu	0,35	30,16	9
Zn	5,00	82,57	78,17
Fe	11,00	93,18	91,35

Crescînd timpul de agitare al soluţiei cu cationitul s-a observat deplasarea echilibrului reacţiei (6) spre stînga.

În continuare, soluţiile I şi II de compoziţia prezentată anterior şi $pH = 1$, rezultate la

Tabelul 3

Reţinerea pe coloană de vionit a cuprului, zincului şi fierului, la $pH = 1$; debitul soluţiei = 15 cm³/min

Soluţia	Element	Compoziţia soluţiei, g/l	Extracţie, %
I	Cu	0,35	0
	Zn	5,00	95,2
	Fe	11,00	93,1
II	Cu	1,45	82,7
	Zn	5,05	96,1
	Fe	10,50	94,5

solubilizarea acidă a unor zguri, s-au trecut peste schimbătorul de ioni (vionit) fixat sub formă de coloană. Rezultatele experimentelor sînt prezentate în tabelul 3.

Din proba diluată s-au reţinut numai zincul şi fierul; din proba concentrată s-a reţinut şi cuprul alături de zinc şi de fier. Aceşti ioni se reextrag cu acid sulfuric sau clorhidric, cationitul avînd rolul doar de a concentra aceşti ioni în soluţie, în vederea cementării cuprului cu zinc metalic şi precipitării zincului.

Concluzii

S-a studiat separarea cuprului dizolvat în soluţii acide, de sulfaţi, în prezenţa ionilor de zinc şi de fier, la $pH = 1$. Ca metode de recuperare s-au utilizat cementarea cu zinc metalic şi schimbul ionic. Cuprul este cementat, cu randament mare, cu zinc. Pentru a micşora consumul specific de zinc s-a neutralizat parţial aciditatea liberă cu o cenuşă de zinc şi cu carbonat de sodiu. S-au studiat condiţiile pentru reţinerea pe schimbători de ioni solizi, cationici, a metalelor conţinute în soluţie, în vederea separării cuprului de zinc şi de fier. Din soluţii de 0,3—0,5 g/l cupru, se reţin pe vionit numai zincul şi fierul; din soluţii de peste 1 g/l cupru se reţine şi acesta, concomitent cu celelalte metale.

Bibliografie

[1] Dobrescu, L., Vişan Sanda, Iordăchescu Gr., Socolescu A., Botez L. Mine, Petrol şi Gaze, **35**, nr. 9, 1984, p. 435—439.

[2] Muller, W. ş.a. Brevet Ger. Offen 2841271, Cl C 22 B 3/00, 1980.

[3] Solozhenkin, P. M. ş.a. Izv. Akad. Nauk Tadzh. U.R.S.S., Otd. Fiz-Mat. Geol-Him. Nauk, 1978, **2**, p. 21—27.

[4] Ivanov, I. Metal. Probl. Fiz. Tverdogo Tela i Materialov, U.R.S.S., 1976, p. 402—405.

[5] Lipowski, Ş. ş.a. Brevet S. African, 7505868, iul, 1976.

[6] Demidova, L. V. ş.a. Ţvetn. Met., U.R.S.S., 1979 nr. 10, p. 19—22.

[7] * * * *Schimbători de ioni*. Studiu de sinteză, vol. II, C.D.I.C.P., Bucureşti, 1968.

Curgerea omogenă prin microcanale rugoase

Şef lucr. dr. ing. **Fl. Minescu**, prof. dr. ing. **Al. Soare**
Institutul de Petrol şi Gaze Ploieşti

I. Introducere

Rocile colectoare de hidrocarburi sînt medii poroase a căror geometrie internă este infinit variată, aşa cum au arătat mulajele negative ale acestora şi microfotografiile realizate pe suprafeţe şlefuite [2]. Curgerea omogenă prin mediile poroase, la scară macro (în fragmente de carotă sau în zăcămînt), este descrisă de legea lui Darcy, sub formă clasică sau corectată de Chézy sau Farcheimer [5]. Această lege cuprinde, prin coeficientul de permeabilitate absolută, efectul global al mişcării de la nivelul fiecărui por în parte, mascînd influenţa formei şi dimensiunea porilor individuali. Cînd se trece de la curgerea omogenă la cea eterogenă, această mascare are consecinţe dăunătoare în înţelegerea diferitelor mecanisme de dezlocuire, cu fază miscibilă sau cu fază nemiscibilă.

Un prim pas în înţelegerea acestor mecanisme îl reprezintă descrierea curgerii omogene la nivelul porilor individuali.

Modelul matematic al curgerii într-un astfel de por, care este un canal capilar, presupune alegerea unor forme idealizate, cu geometrie regulată. Idealizarea formei elimină tocmai această caracteristică importantă a spaţiului poros, anume neregularitatea formei.

În această lucrare se va încerca depăşirea acestui neajuns prin introducerea şi fundamentarea noţiunii de microrugozitate.

II. Aspecte ale curgerii omogene în capilare netede

Prin capilare netede denumim canale de dimensiuni capilare, avînd formă regulată. Pentru a putea întreprinde un studiu sistematic asupra curgerii, în lucrarea [6] se foloseşte

o clasificare a canalelor, după formă, în patru categorii: cu simetrie axială, fără simetrie axială, cu secţiune constantă şi cu secţiune variabilă. Vom relua aici cîteva rezultate din lucrarea [6], privind curgerea în canale cu simetrie axială. Se consideră curgerea laminară (vitezele de ordinul a 10^{-2}—10^{2} μm/s existente în rocile colectoare justifică pe deplin această ipoteză), a unui fluid newtonian (de cele mai multe ori adevărat pentru fluidele de zăcămînt), fără influenţa gravitaţiei şi a efectelor de capăt*). Gradientul de presiune $\left(\frac{\Delta p}{L}\right)$ este dat de relaţia unică [9]:

$$\frac{\Delta p}{L} = \frac{128\, Q\, \mu}{\pi \cdot D^4} \cdot \alpha_s, \qquad (1)$$

în care Q este debitul de curgere al fluidului cu viscozitatea dinamică μ printr-un canal cu diametrul maxim D. Coeficientul α_s ia valori diferite, luînd în considerare forma canalului, după cum se poate vedea din tabelul 1, în care

Tabelul 1

Expresiile coeficientului α_s pentru patru tipuri de canale

Forma canalului	Cilindru	Trunchi de con	Canal cu contur sinusoidal	Segment de sferă
α_s	1	$\frac{1}{3}(\varphi^3+\varphi^2+\varphi)$	$\frac{1}{2}\varphi^4 \cdot \frac{(1-\xi)^4(2+3\xi^2)}{(1-\xi^2)^{7/2}}$	$\frac{2\varphi}{\sqrt{\varphi-1}}\left[\varphi\sqrt{\varphi^2-1}+\ln\left(\varphi+\sqrt{\varphi^2-1}\right)\right]$

s-au folosit notaţiile:

$$\varphi = \frac{D}{d} > 1 \text{ şi} \qquad \xi = \frac{\varphi - 1}{\varphi + 1} < 1,$$

d fiind diametrul minim al canalului.

III. Curgerea prin canale cu secţiune variabilă

Dintre canalele cu simetrie axială se va introduce în analiză succesiunea de trunchiuri de con şi canalul sinusoidal pe o lungime egală cu cea a unui modul: distanţa dintre două secţiuni maxime. Vom folosi indicii A şi B pentru canalul tronconic, respectiv cel sinusoidal. Diferenţa de volum ΔV dintre cilindrul circumscris şi canalul cu rugozităţi are forma:

$$\Delta V = \varepsilon \cdot V \text{ cilindru}, \qquad (2)$$

în care ε are următoarele expresii pentru cele două canale alese:

$$\varepsilon_A = \frac{2\varphi^2 - \varphi - 1}{3\varphi^2} \qquad (3)$$

şi:

$$\varepsilon_B = \frac{5\varphi^2 - 2\varphi - 3}{8\varphi^2}. \qquad (4)$$

Evaluarea numerică a coeficienţilor ε_A şi ε_B este dată în tabelul 2.

Datele din tabel sînt reprezentate grafic în figura 1. Analizînd cifrele din tabel, se poate constata că nu există o diferenţă semnificativă între ε_A şi ε_B, respectiv între ΔV_A şi ΔV_B. Diferenţa relativă medie pe intervalul ales este de

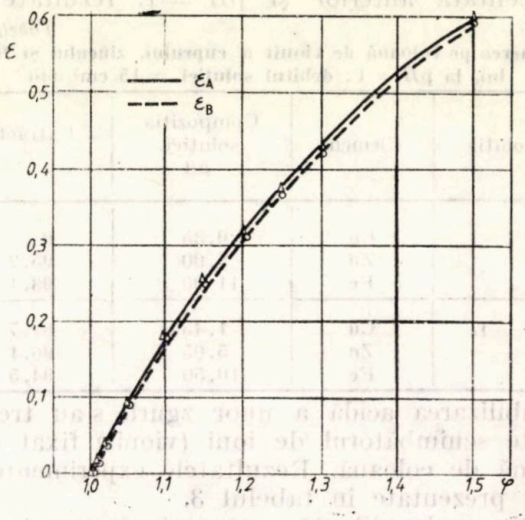


Fig. 1. Variaţia parametrului ε cu φ.

0,643%. Dacă extrapolăm această tendinţă şi pentru alte geometrii de canale, tendinţă justificată de unele calcule efectuate [6], se poate trage concluzia că forma rugozităţilor influenţează foarte puţin volumul lor.

III.1. *Calculul căderii suplimentare de presiune determinate de prezenţa rugozităţilor*

III.1. a. Canal format dintr-o succesiune de trunchiuri de con

Scăzînd căderea de presiune într-un cilindru circular de diametrul D din căderea de presiune într-un canal format dintr-o succesiune de trunchiuri de con, avînd parametrii D, φ, se obţine tocmai căderea suplimentară de presiune căutată:

$$\Delta(\Delta p)_A^* = \left(\frac{\varphi^3 + \varphi^2 + \varphi}{3} - 1\right) \cdot \Delta p \text{ cilindru} \qquad (5)$$

sau:

$$\frac{\Delta(\Delta p)_A^*}{\Delta p \text{ cilindru}} = \frac{\varphi^3 + \varphi^2 + \varphi}{3} - 1. \qquad (6)$$

Vom nota expresia lui $\frac{(\Delta p)_A^*}{\Delta p \text{ cilindru}}$ cu ε_A^*, dată de relaţia (6), adică:

$$\varepsilon_A^* = \frac{\varphi^3 + \varphi^2 + \varphi}{3} - 1. \qquad (7)$$

*) Exemplificînd pentru un canal cilindric cu diametrul $D = 10$ μm şi lungimea $L = 60$ μm prin care curge apă ($\nu = 10^{-6}$ m²/s) cu viteza $v = 10$ μm/s, lungimea relativă a zonei de stabilizare $L_s = 10^{-5}$ are valoare cu totul nesemnificativă. S-a folosit relaţia:

$$L_s = \frac{1}{L}\, 0{,}06 \cdot D \cdot R_e, \quad [4]$$

Evaluarea numerică a coeficienților ε_A și ε_B — *Tabelul 2*

φ	1	1,01	1,02	1,05	1,1	1,15	1,2	1,25	1,3	1,5
ε_A	0	0,01974	0,039	0,0938	0,1764	0,25	0,314	0,374	0,426	0,592
ε_B	0	0,01972	0,03892	0,0936	0,1756	0,248	0,312	0,370	0,422	0,584

III.1.b. Canal sinusoidal

Procedînd ca în cazul anterior III.1.a., obținem:

$$\frac{\Delta(\Delta p)_B^*}{\Delta p \text{ cilindru}} = \frac{\varphi^4 (1-\xi)^4 (2+3\xi^2)}{(1-\xi^2)^{7/2}} - 1 \tag{8}$$

sau, făcînd o notație similară, obținem:

$$\varepsilon_B^* = \varphi^4 \cdot \frac{(1-\xi)^4 (2+3\xi^2)}{(1-\xi^2)^{7/2}} - 1. \tag{9}$$

În tabelul 3 este dată o evaluare a relațiilor (7) și (9) pentru diferite valori ale parametrului φ.

Datele din tabelul 3 sînt prezentate în figura 2. Diferența relativă medie pentru domeniul ales este de 3,2%.

III.2. *Căderea suplimentară de presiune după legea lui O'Neill*

Într-o remarcabilă lucrare, M.E. O'Neill [7] studiază curgerea omogenă în fisuri și canale cilindrice care prezintă rugozități. Studiul se bazează pe metoda micilor perturbații la nivelul neregularităților pereților și presupune simetria față de planul median, respectiv față de axă. Tratarea matematică este extrem de complicată. Din această lucrare reținem concluzia care interesează aici și anume: la numere Reynolds mici (curgere lentă, fără precizare de limite pentru Re), pentru a menține un anumit debit în condițiile existenței rugozităților (față de cilindrul neted) este necesară creșterea presiunii în amonte, pentru pierderea de volum ΔV, cu cantitatea:

$$\Delta(\Delta p) = \frac{1\,024\, Q\mu\, \Delta V}{\pi^2 D^6}. \tag{10}$$

Menționăm că în lucrare nu se precizează ordinul de mărime al diametrului, nefiind justificări de ordin experimental. Se folosește pentru canal noțiunea de „pipe" (conductă).

După modul cum este tratată problema, se observă o diferență netă față de modelul clasic al curgerii laminare prin țevi, unde în calculul căderii de presiune nu intervin rugozitățile [8].

Dacă ținem seama că în canalele capilare din rocile colectoare de hidrocarburi curgerea

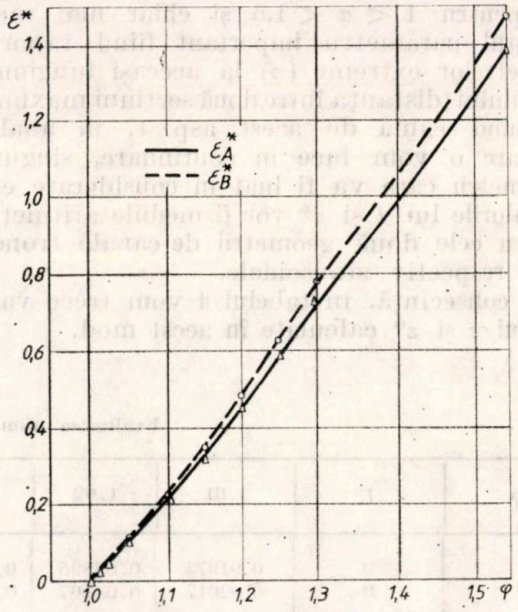


Fig. 2. Variația parametrului ε^* cu φ.

poate fi considerată lentă, numerele Reynolds fiind în general subunitare, apare oportună folosirea modelului lui O'Neill de curgere pentru acest caz. Pentru a trage unele concluzii, cel puțin preliminare asupra domeniului de aplicabilitate al acestui model, în lucrarea de față se va face o analiză comparativă între modelul lui O'Neill și curgerea prin canale de secțiune variabilă cu simetrie axială [6]. Aceste canale, de secțiune variabilă, vor fi considerate ca fiind înscrise într-un canal cilindric circular cu diametrul D (diametrul secțiunii maxime). Zonele cu secțiuni mai mici decît cea maximă vor căpăta în continuare denumirea de rugozități.

Dacă se aduce relația (10) sub forma relațiilor (6) și (8) se găsește:

$$\frac{\Delta(\Delta p)_A}{\Delta p \text{ cilindru}} = \varepsilon_A \tag{11}$$

și:

$$\frac{\Delta(\Delta p)_B}{\Delta p \text{ cilindru}} = \varepsilon_B. \tag{12}$$

Evaluarea coeficienților ε_A^* și ε_B^* în funcție de φ — *Tabelul 3*

φ	1	1,01	1,02	1,05	1,1	1,15	1,2	1,25	1,3	1,5
ε_A^*	0	0,0204	0,04167	0,10375	0,2136	0,3297	0,4577	0,5873	0,7301	1,3753
ε_B^*	0	0,01978	0,04167	0,10461	0,2183	0,3419	0,4771	0,6207	0,7762	1,4631

Evaluarea numerică a expresiilor (11) și (12) este deja făcută în tabelul 2 de unde a rezultat o diferență nesemnificativă între ε_1 și ε_B.

III. 3. *Analiza comparativă a celor două moduri de calcul a suplimentului de cădere de presiune*

În paragraful anterior s-a arătat că, din punctul de vedere al căderilor de presiune, forma rugozității pereților nu influențează curgerea pentru $1 < \varphi < 1{,}5$ și chiar mai mult, singurul parametru important fiind raportul diametrelor extreme (φ) la aceeași lungime a modulului (distanța între două secțiuni maxime).

Ținînd seama de acest aspect, în analiza pe care o vom face în continuare, singurul parametru care va fi luat în considerare este φ, valorile lui ε și ε^* vor fi mediile aritmetice pentru cele două geometrii de canale tronconice, respectiv sinusoidale.

In consecință, în tabelul 4 vom trece valorile lui ε și ε^* calculate în acest mod.

valoare a lui φ, ε^* este mult mai mare, ajungînd la aproape triplu pentru $\varphi = 1{,}5$. Concluzia care se poate desprinde din această comparație este că pentru $\varphi < 1{,}1$, legea lui O'Neill descrie suficient de bine curgerea prin canale rugoase.

Pe de altă parte, avînd în vedere că forma rugozităților influențează extrem de puțin așazisa pierdere de volum, există suficient temei să afirmăm că în canale capilare, reale, care prezintă rugozitate, avînd o secțiune apropiată de cerc, căderea de presiune este dată de relația :

$$\Delta p = (\varepsilon + 1)\ \Delta p \text{ cilindru}, \qquad (13)$$

sau :

$$\Delta p = (\varepsilon + 1)\,\frac{128\,Q_\mu\,L}{\pi D^4}\,. \qquad (14)$$

Tabelul 4

Evaluarea numerică a coeficienților ε și ε^*

φ	1	1,01	1,02	1,05	1,1	1,15	1,2	1,25	1,3	1,5
ε	0	0,01973	0,03896	0,0937	0,176	0,249	0,313	0,372	0,424	0,588
ε^*	0	0,02017	0,04167	0,10418	0,2159	0,3358	0,4674	0,6040	0,7531	1,4192

Datele din tabel sînt reprezentate grafic în figura 3. Comparînd valorile lui ε și ε^* din tabelul 4 și graficul din figura 3, rezultă o concordanță bună pînă la $\varphi = 1{,}1$, unde diferența relativă este de 0,203. Peste această

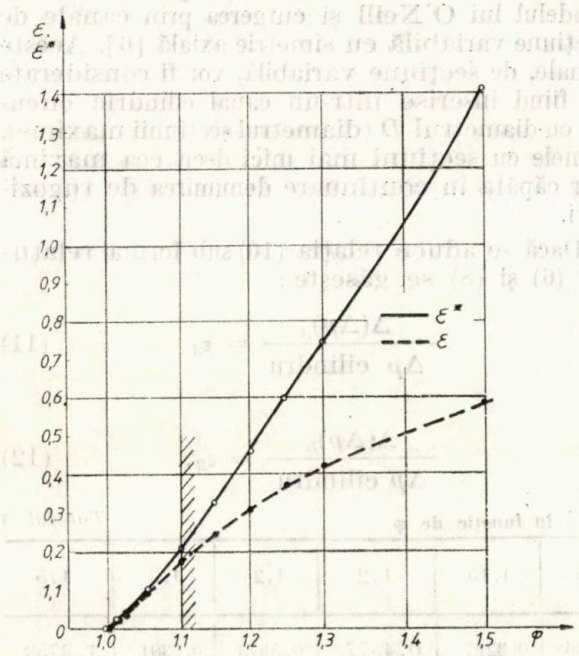


Fig. 3. Comparația parametrilor ε și ε^*)

Vom folosi pentru ε denumirea de coeficient de microrugozitate, putînd fi evaluat cu relația :

$$\varepsilon = \frac{8}{\pi D^2 L}\cdot \Delta V, \qquad (15)$$

în care ΔV reprezintă volumul rugozităților care „căptușesc" un cilindru de diametru D și lungime L.

Menționăm că dintre canalele cu secțiune constantă, cel de forma unui cilindru eliptic se încadrează foarte bine în legea (14) pentru valori ale lui $\lambda < 1{,}1$ (λ este raportul semiaxelor elipsei).

Referitor la relația (15), se poate observa că poate lua următoarea formă :

$$\varepsilon = \frac{2\cdot \Delta V}{V_{cilindru}}\,. \qquad (16)$$

Echivalînd volumul rugozității ΔV cu volumul unui manșon de grosime constantă δ, adică :

$$\Delta V = \pi \cdot D \cdot \delta \cdot L, \qquad (17)$$

obținem :

$$\varepsilon = 8\,\frac{\delta}{D}\,. \qquad (18)$$

Între coeficientul de microrugozitate introdus de noi și rugozitatea conductelor [16] există

o analogie perfectă. De aici rezultă concluzia că legea lui Hagen — Poisseuille, care descrie curgerea în regim laminar, are o valabilitate limitată, rugozităţile influenţînd pierderea de energie (căderea de presiune) şi în regim laminar de curgere.

În ceea ce priveşte folosirea legii (14), sugerăm următoarea modalitate : construirea modelelor reţea (Fatt) pentru studiul curgerii şi a dezlocuirii să se facă din canale cilindrice rugoase. Fiecare canal să fie format din unul sau mai multe elemente de diametre diferite după cum variaţia de secţiune este mai mare sau nu decît 20% (unei variaţii de 1,1 a diametrului îi corespunde o variaţie de 1,21 a secţiunii. Numărul mediu de elemente a fost denumit grad de înseriere γ [6], reprezentînd o medie statistică, posibil de obţinut din interpretarea microfotografiilor).

Faptul de a folosi canale rugoase în loc de canale netede a fost justificat în paragraful 1, iar faptul de a folosi canale cilindrice în locul altora este justificat chiar în paragraful de faţă.

Trebuie remarcat aici că folosirea canalelor formate din elemente cilindrice de diametre diferite, dar netede, nu este o noutate, fiind propusă şi de Dullien şi colab. [1; 2], dar justificarea este alta şi anume din analizele microfotografice [3] rezultă o astfel de variaţie a secţiunii canalelor capilare. Aceasta nu reprezintă de altfel decît confirmarea în plus a posibilităţii propuse de noi pentru a studia curgerea şi dezlocuirea la nivel microscopic în mediile poroase.

Utilizarea legii (14) presupune însă posibilitatea folosirii relaţiei (15), respectiv evaluarea volumului microrugozităţilor. Această evaluare este posibilă numai pe baza analizei statistice a microfotografiilor realizate pe secţiuni ale mediului poros studiat.

În cazul în care aceste microfotografii arată o abatere mare de la forma circulară a secţiunii porilor, în locul canalului cilindric rugos se pot folosi alte tipuri de canale necirculare menţionate [6]. Între acestea, cel care prezintă abaterea cea mai mare de la forma circulară este canalul prismatic triunghiular şi canalul dreptunghiular alungit.

O altă remarcă legată de curgerea prin canale cilindrice care prezintă microrugozităţi este aceea că la periferia canalului poate exista un anumit volum de fluid imobil, determinat de forţele de interacţiune dintre cele două medii şi de existenţa unor zone unde gradientul de presiune să fie nul. Această remarcă este mai mult de natura intuitivă, deşi se poate găsi şi o justificare teoretică şi chiar experimentală, lucru realizat în parte în [6].

Evaluarea acestui volum prezintă un deosebit interes, deoarece, din punctul de vedere al curgerii, aceasta joacă rol de microrugozitate, adică face parte din mărimea ΔV din relaţia (15).

IV. Verificarea experimentală a relaţiei (14)

În vederea obţinerii unei validări experimentale a relaţiei (13), au fost construite canale de tipul succesiuni de trunchiuri de con, formate din elemenţi din sticlă organică, avînd la exterior formă cilindrică, iar la interior formă tronconică, cu unghiuri la vîrf între 0,5 şi 5° ($\varphi = 1{,}05 \div 1{,}5$), cu lungimea de $5 \div 8$ mm şi diametrul interior maxim de 0,8; 0,9; 1 şi 1,2 mm. Îmbinarea elementelor pentru a forma canalul s-a făcut prin presare în interiorul unui suport, ca în figura 4.

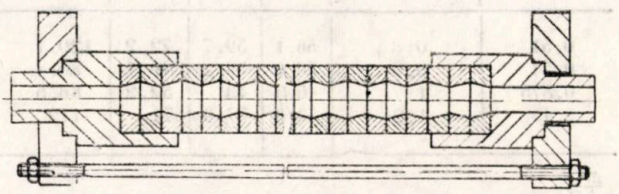


Fig. 4. Presare în interiorul unui suport pentru formarea canalului.

Canalul astfel obţinut a fost montat într-o instalaţie ca în figura 5. Fluidul folosit a fost apa distilată, iar determinările au fost făcute la temperatura camerei (19°C). Debitele au fost reglate aşa încît să se obţină diferenţa

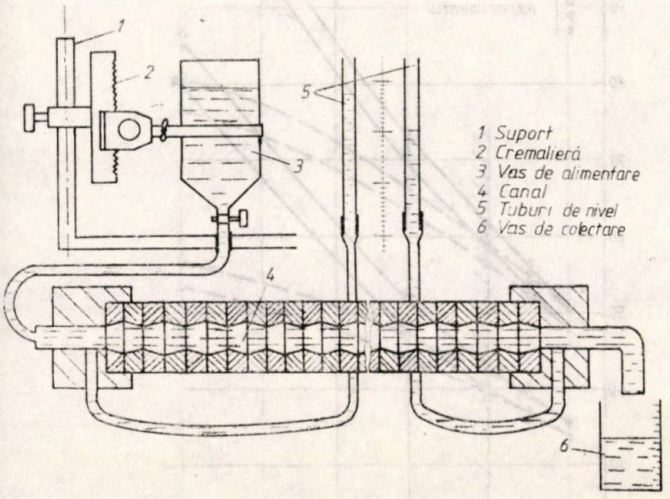


Fig. 5. Instalaţie pentru studiul curgerii omogene în capilare cu secţiune variată.

de presiune (de nivel în cele două tuburi manometrice) măsurabile cu o precizie acceptabilă.

Nivelul de lichid din tuburile manometrice s-a măsurat cu ajutorul unui catetometru cu precizie de 0,1 mm. Reglarea debitelor s-a

făcut atît prin ventilul de strangulare, cît și prin modificarea poziției vasului de alimentare, montat pe un suport special cu reglare continuă a înălțimii.

Regimul de curgere a fost în permanență laminar, cifra Re avînd valori de ordinul unităților, fiind diferită de la o determinare la alta.

Rezultatele experimentale sînt prezentate în tabelul 5, în care se dau gradienți de presiune în Pa/m.

Pentru comparație, în tabelul 6 se dau valorile calculate ale gradienților de presiune, după relațiile (1) și (11), pentru canale formate dintr-o succesiune de trunchiuri de con.

Gradienți de presiune experimentali, Pa/m *Tabelul 5*

Q, mm³/s \ φ / D, mm		1,05	1,1	1,2	1,5
0,51	0,8	56,1	59,7	72,2	120,1
0,54	0,9	36,6	38,2	49,1	80,4
0,875	1	40,3	43	52,2	86,5
2,45	1,2	53,6	57,6	71	112

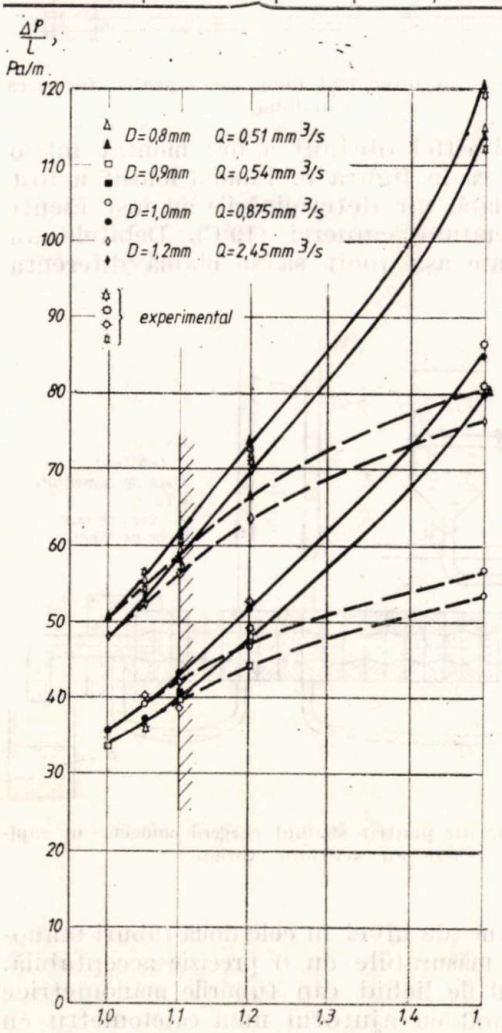


Fig. 6. Verificarea experimentală a legii lui O'Neil

Analizînd rezultatele din tabelul 6, se constată că este verificată concluzia anterioară; legea lui O'Neill se verifică bine numai pînă la valori ale lui φ de 1,1. Comparînd apoi rezultatele din tabelele 5 și 6, se constată o bună concordanță între valorile experimentale și cele date de relația (1), precum și cu cele date de relația (11) pînă la valori ale lui φ de 1,1. Ilustrarea acestor concluzii este mai sugestivă în reprezentarea grafică din figura 6.

Tabelul 6

Gradienții de presiune calculați cu relațiile (1) și (11), Pa/m

Q, mm³/s	D, mm	1,05	1,1	1,2	1,5	1
0,51	0,8	55,9/ 55,49	61,57/ 59,67	73,87/ 66,66	120,5/ 80,76	50,73
0,54	0,9	36,97/ 36,67	40,7 / 39,44	48,81/ 44,06	79,64/ 53,38	33,53
0,876	1	39,3/ 39	43,26/ 41,94	51,9/8 46,84	84,68/ 56,75	35,65
2,45	1,2	53,07/ 52,66	58,42/ 56,63	70,08/ 63,26	114,3/ 76,64	48,14

Concluzii

1. Volumul rugozităților care „căptușesc" un cilindru este influențat în mod nesemnificativ de forma lor.

2. Expresia suplimentului de cădere de presiune determinat de prezența rugozităților în regim laminar (curgere lentă) propus de O'Neill este valabilă pînă la valori ale lui $\varphi < 1{,}1$.

3. Coeficientul de microrugozitate definit de noi prezintă o bună analogie cu rugozitatea conductelor.

4. Pentru o descriere mai exactă a curgerii prin porii reali, este propusă o modalitate de construire a rețelelor Fatt — modele de rocă, elementele rețelei să fie construite din succesiuni de elemente cilindrice rugoase, diferența minimă de arie fiind de 20%. Numărul mediu de elemente a fost denumit grad de înscriere γ.

5. Experimentele efectuate confirmă foarte bine rezultatele teoretice din această lucrare pentru numere Re de ordinul unităților.

Bibliografie

[1] Catzis, I., Dullien, F. A.L. *3-D. Netwok, With Aplications to Sandstones.* J.C.P.T. Jan.-March. 1977.

[2] Dullien, F. A. L. ș.a. *A Relationship Between Pore Structure and Residual Oil Saturation in Tertiary Surfactant Floods.* SPEJ, Aug. 1972.

[3] Dullien, F. A. L., Mehta, P. N. *Particle Size and Pore (void) Size Distribution by Photomicrographic Method.*, Powder Technology, vol. 5 (1971/72).

[4] Ionescu, Gh. *Introducere în hidraulică.* Ed. tehnică, București, 1977.

[5] Manolescu, G. *Fizico-chimia zăcămintelor de hidrocarburi.* Ed. didactică și pedagogică, București, 1981.

[6] Minescu, F. *Teză de doctorat.* Ploiești, 1984.

[7] O'Neill, M. E. *The Resistence to Steady Parallel Viscous Flows Produced by Small-Scale Baundary Irregularities.* Chem. Eng.-Sci, vol. 25/1970.

[8] Soare, Al. *Hidraulică generală și subterană.* Ed. didactică și pedagogică, București, 1983.

[9] Minescu, F., Stan, Al. *Asupra curgerii omogene prin canale capilare.* Mine, Petrol și Gaze, nr. 8, 1984.

[10] Oroveanu, T. *Mecanica fluidelor viscoase.* Ed. Academiei R.S.R., 1957.

Aplicarea combustiei subterane de scurtă durată în România

Dr. ing. Al. Turtă, dr. ing. S. Socol, ing. N. Trașcă, sing. N. Ilie
Institutul de cercetări și proiectări pentru petrol și gaze Cîmpina

I. Introducere

În lucrarea [1] s-au prezentat rezultatele testelor de laborator privind consolidarea nisipului prin injecție de aer fierbinte (I.A.F.). De asemenea, au fost analizate o serie de rezultate referitoare la aplicarea I.A.F. și a combustiei subterane de scurtă durată (C.S.S.D.) în șantiere din U.R.S.S. și S.U.A. În U.R.S.S. s-a aplicat tehnica I.A.F., în timp ce în S.U.A. s-au aplicat cu precădere operațiile de C.S.S.D., atît în scopul creșterii injectivității sondelor de injecție apă (la zăcăminte cantonate în gresii), cît și în scopul stimulării sondelor de producție. Din cele două tehnici în România s-a utilizat numai C.S.S.D.

Operațiile de C.S.S.D. din țara noastră au fost proiectate, urmărite și dirijate de către I.C.P.P.G. Cîmpina, care a obținut astfel o experiență însemnată în acest domeniu. În principiu, operația de C.S.S.D. constă în inițierea unui front de combustie subterană, propagarea acestuia cîțiva metri în jurul sondei, efectuarea unei pauze de redistribuire a căldurii, prin închiderea sondei, după care sonda este repusă în producție. La punerea în producție, țițeiul curgînd prin zona arsă aflată la temperatură ridicată (pînă la 400—500°C), suferă o cracare pînă la cocs, provocînd astfel consolidarea nisipului. Experimentele de șantier au fost precedate de analize teoretice și de laborator efectuate de I.C.P.P.G. Cîmpina, iar în șantier au fost încercate diferite modalități de operare, urmărindu-se atent evoluția procesului și a rezultatelor obținute în funcție de variația parametrilor de bază, respectiv temperatura menținută în timpul aprinderii stratului, durata operației de aprindere, durata propagării frontului în strat, raza zonei arse, timpul de închidere a sondei etc.

Operația de C.S.S.D. s-a aplicat atît pentru consolidarea nisipului, cît și pentru efectul de stimulare a producției. Din anul 1968 — cînd s-a aplicat prima operație de C.S.S.D. — pînă în prezent s-au efectuat 27 operații, în principal pe zăcămintele Suplacu de Barcău, Videle — Bălăria și Ochiuri.

Proiectul pentru prima operație de C.S.S.D. de la sonda 516 Suplacu de Barcău prevedea ca prin combustia în strat a cocsului, în faza de deplasare a frontului de combustie, să se producă un cumulativ de căldură echivalent cu cel introdus în strat la o operație de injecție ciclică de abur. Era prevăzut ca injectarea acestui cumulativ de aer să se facă într-o perioadă de 30 zile. De obicei, operațiile de C.S.S.D. au fost aplicate în legătură cu procesele continue de combustie subterană din șantierele respective.

Scopul acestei lucrări este acela de a analiza sistematic toate procesele de C.S.S.D. efectuate, performanțele acestora în diferite condiții și la diferiți parametri ai procesului. În acest scop, s-au analizat nu numai procesele de C.S.S.D. proiectate ca atare, ci și procesele de C.S.S.D. proiectate inițial ca procese de combustie continuă, dar transformate pe parcurs în C.S.S.D., din diferite motive.

Procesele de C.S.S.D. proiectate ca atare au o durată de 1—3 luni de deplasare a frontului de combustie, iar cele transformate din procese continue în procese de C.S.S.D. au, în general, durate de deplasare a frontului de peste 3—4 luni și, uneori, chiar ani.

II. Operații de C.S.S.D. proiectate ca atare

Caracteristicile zăcămintelor panonian Suplacu de Barcău, sarmațian Videle—Bălăria și dacian Ochiuri, la care s-au desfășurat procese de C.S.S.D., sînt redate în tabelul 1.

Din tabelul 1 reiese că zăcămintele Suplacu de Barcău și Ochiuri au presiuni de zăcămînt mai reduse. La Suplacu de Barcău nisipul este grosier, iar viscozitatea țițeiului este foarte mare, pe cînd la Ochiuri nisipul este fin, silicios, iar țițeiul are viscozitate redusă. Zăcămintele Videle și Bălăria au drept caracteristici principale presiunea de zăcămînt mai ridicată, nisip mai murdar și temperatură de zăcămînt mai mare; viscozitatea are o valoare intermediară.

Suplacu de Barcău

În perioada 1964—1967 la panonianul de la Suplacu de Barcău s-a experimentat combustia subterană ca proces de creștere a recuperării țițeiului din zăcămînt. Rezultatele au fost favorabile, ceea ce a permis trecerea la utilizarea semiindustrială în anii 1968—1971, iar, începînd din anul 1971, zăcămîntul se exploatează industrial prin combustie subterană.

În unele sonde productive s-au întîmpinat dificultăți la obținerea afluxului normal de lichid din strat, chiar și după injecția ciclică de abur, din cauza viiturilor de nisip, a umflării și migrării particulelor de argile, precum și din cauza unor blocaje cu apă condensată din abur. La astfel de sonde s-au efectuat combustii subterane de scurtă durată [3; 4], prin care s-a urmărit creșterea debitului de țiței

Tabelul 1

Parametrul \ Zăcămîntul	Suplacu de Barcău	Videle—Bălăria	Ochiuri
Adîncimea formațiunii, m	50—200	600—800	300
Temperatura de zăcămînt, °C	18—20	45— 50	25
Grosimea stratului, m	10—20	3— 15	12
Caracterul nisipului	Mijlociu-grosier neconsolid.	Neconsolidat	Fin silicios, neconsolidat
Porozitatea, %	32	30	34
Permeabilitatea, μm^2(D)	1,7	0,5	0,6
Densitatea țițeiului (condiții standard) kg/dm³	960	940	870
Vîscozitatea țițeiului în condiții de zăcămînt, mPa·s (cP)	2 000	15—200	6
Presiunea de zăcămînt, MPa(at)	0,5—1,5 (5—15)	1—4 (10—40)	0,3—1,5 (3—15)
Factorul actual de recuperare*, %	7	4—15	40

* Valoare aproximativă, caracteristică pentru perioada cînd s-au efectuat operațiile de C.S.S.D.

Principalele date asupra operațiilor de C.S.S.D. efectuate la Suplacu de Barcău *Tabelul 2*

Sonda, anul executării operației	Mărimea intervalului perforat, m	Situația viiturilor de nisip înainte de combustia ciclică, debitul de țiței, q_m, t/zi	Faza de deplasare a frontului de combustie: debit maxim injectat aer, s m³/zi / pres. de injecție, at	Faza de deplasare a frontului de combustie: cumulativ de aer injectat, sm³	Faza de deplasare a frontului de combustie: durata, zile	Durata de închidere a sondei, zile
516/1968	15	Viituri mari de nisip (2 curățări pe lună) q_m = 2 t/zi	14 000/12	438 000	28	15
800/1971	10	Viituri mari de nisip q_m = 0,2 t/zi	22 000/20	339 200	26	2
801/1971	11	Viituri de nisip + argilă q_m = 0,8 t/zi	21 500/22—25	541 600	44	2
802/1972	12	Viituri de nisip + argilă q_m = 0,5 t/zi	9 400/20—30	234 500	34	4
515/1976	13	Frecvente viituri de nisip q_m = 0,5—1 t/zi	17 000/10	275 000	30	3
402/1976	9	Frecvente viituri de nisip q_m = 0,5—1 t/zi	23 000/12	680 000	45	2
774/1976	13	Slabe viituri de nisip q_m = 1—3 t/zi	24 000/2	550 000	45	3
771[a]/1976	8,5	Frecvențe viituri de nisip q_m = 0,5—1 t/zi	25 000/4,5	700 000	40	1
1031/1979	20	q_m = 0,5 t/zi	10 000/7	45 000	10	40
1097/1977	25	Viituri de nisip, produce cu pauze q_m = 0,2—0,5 t/zi	7 000/10	40 000	6	10
43[b]/1980	9	Produs apă cu urme de țiței, viituri mari de nisip.	12 000/17	130 000	11	3,5
570[c]/1983	19	q_m = 0,5—1 t/zi viituri moderate	12 000/11	400 000	41	6
2511/1984	10	q_m = 0,8 t/zi	10 000/23	350 000	52	2
2537/1984	10	q_m = 0,7 t/zi	12 000/19	500 000	54	3

a) Anterior combustiei ciclice s-a executat injecție ciclică de abur.
b) Probabil șliturile au fost blocate datorită cocsării.
c) Inițierea combustiei printr-o metodă chimică + încălzirea stratului.

Rezultatele operațiilor de C.S.S.D. efectuate la Suplacu de Barcău *Tabelul 3*

Sonda, anul executării operației	Date asupra producției de țiței după operație: debitul vîrf de țiței, t/zi / debitul mediu de țiței, t/zi	plusul de producție estimat, t / durata efectului, zile	rația de aer injectat pentru o tonă de țiței suplimentar produs, sm^3/t	Cumulativ extras pînă la operația de C.S.S.D., t / cumulativ țiței extras după operația de C.S.S.D., t	Observații asupra consolidării nisipului	Observații asupra repunerii în producție. Caracteristici specifice operației. Rezultate
516 / 1968	29 / 4	1 500 / 18 luni	350	2 460/4 ani / 6 360/8 ani	Consolidare foarte bună. Curățare după 6 luni, produs fără viituri	După deschidere sonda a produs în erupție primele două săptămîni, temp. a fost de 135—150°C, apoi scade. Reușită
800 / 1971	10 / 2	454 / 7 luni	900	78/3 ani / 480/3 ani	Consolidare parțială	La deschidere sonda a produs eruptiv, timp de cinci zile cu 10 t/zi, apoi a produs prin pompaj 3—8 t/zi. În continuare a scăzut la o tonă/zi.
801 / 1971	12 / 6	2 144 / 1 an	300	380/4 ani / 3 000/9 ani	Consolidare reușită	La punerea în producție sonda a produs eruptiv apoi a trecut în pompaj. Reușită
802 / 1972	15 / 4	375 / 3 luni	750	570/4,5 ani / 930/9 ani	Schimbat structura argilei într-o stare nehidratabilă	La punerea în producție s-au ivit dificultăți datorită coloanei defecte. Reușită parțial
515 / 1976	6 / 3	500 / 200	1 000	2 040/10 ani / 700/5 ani	Consolidare foarte bună	
402 / 1976	9 / 5	250 / 90	2 900	1 480/3,3 ani / 1 140/4,5 ani	Lyner defect. Reușită parțial.	Rezultat slab
774 / 1976	5 / 3	200 / 10	3 400	3 400/3 ani / 1 060/4 ani	Nu s-au manifestat viituri de nisip. Crescut impurități.	Produs gaze, reperforat, produce 5 t/zi. Efect mediu.
771[d] / 1976	1 / 0,2—0,5	0 / —	f. mare	1 840/3 ani / 900/4,5 ani	Viituri mari de nisip	Nereușită.
1 031 / 1979	23 / 12	650 / 2 ani	f. mică	900/5 ani / 936/1 an	Fără viituri de nisip. Reușită	Reușită
1 097 / 1977	10 / 7	6 000[a] / 2 ani	f. mică	500/1,5 ani / 7 200/4 ani	Consolidare foarte bună	Deplasarea frontului a fost foarte mică. Reușită
43 / 1980	3,5[b] / 2	80 / 40[c]	2 600 / 150	0 / 150[c]	Pusă pe liber, în dreptul perforaturilor s-a format un filtru de cocs foarte poros și permeabil	Dificultăți din cauza nisipului
570 / 1983	4 / —	— / —	—	25 000/16 ani / —	Consolidare foarte bună.	Produce fără viituri de nisip. În urmărire. Reușită
2 511 / 1984	24 / 3,7	220 / 73 zile	2 300	126 / 274	Consolidare bună.	După deschidere, sonda a produs în erupție 1,5 luni apoi a trecut în pompaj. Reușită
2 537 / 1984	11 / 6,8	250 / 42 zile	2 200	139 / 285	Producînd cu debit foarte mare, în perforaturi s-a format un pod de cocs care a prins pompa. În prezent se intervine pt. degajarea pompei.	După deschidere sonda a produs în erupție 30 zile, apoi a trecut în pompaj. Reușită

a) În timpul operației s-au defectat compresoarele și a avut loc o ușoară explozie în sondă.
b) Sonda a produs printr-un pod de nisip cocsat, în dreptul perforaturilor.
c) În zona de contact apă-țiței s-a efectuat comb. ciclică pt. a dovedi prezența țițeiului în scopul coborîrii limitei inițiale apă-țiței.

datorită efectului termic, simultan cu consolidarea nisipului.

De asemenea, prin C.S.S.D. s-a urmărit eliminarea blocajelor cu apă și transformarea structurii argilei într-o stare nehidratabilă și rigidă, stare pe care o ia argila expusă la temperaturi ridicate conform vechiului procedeu pentru obținerea vaselor din lut sau a materialelor de construcții [5].

Principalele informații, inclusiv rezultatele obținute privind operațiile de C.S.S.D. efectuate la Suplacu de Barcău, sînt prezentate în tabelele 2 și 3.

Sondele 516, 515, 402, 774, 1 097 și 771 sînt amplasate într-o zonă aflată la o distanță mai mare de 600—700 m de frontul de combustie continuă din acel timp, iar sondele 570 și 43 sînt situate și mai departe. Prin urmare influența frontului de combustie continuă nu a fost sesizabilă în procesele de C.S.S.D. de la aceste sonde. În schimb, sondele 800, 801 și 802 sînt situate în apropierea unui panou în care la acea dată se desfășura un experiment de combustie subterană continuă, dar debitele ce se puteau obține din aceste sonde erau foarte mici (0,2—0,8 t țiței/zi/sondă), iar sondele 2511 și 2537 sînt amplasate izobatic, de o parte și de cealaltă față de sonda 2 516, la care combustia s-a inițiat practic concomitent cu inițierea combustiei în cele două sonde. Injecția de aer în sonda 2 516 a continuat atît în timpul propagării fronturilor de combustie, cît și în perioada de producție a sondelor 2 511 și 2 537.

Se menționează că în 13 din cele 14 operații de C.S.S.D., inițierea combustiei subterane s-a făcut cu un arzător cu gaze menținut în funcțiune circa 3 zile, iar după faza activă de deplasare a frontului de combustie în strat, majoritatea sondelor, la repunerea în producție, au pornit eruptiv.

Datele și rezultatele operațiilor efectuate permit să se desprindă următoarele constatări mai importante.

● Din cele 14 operații, nouă au fost reușite atît din punctul de vedere al consolidării nisipului, cît și ca efect de stimulare a producției. Astfel, după operație, primele viituri de nisip s-au înregistrat după 5—6 luni sau niciodată.

● Debitul de țiței a crescut, în medie, de la 3 pînă la 15 ori, iar plusul de producție la sondele cu rezultat pozitiv a fost cuprins între 200 și 6 000 t/sondă. Durata efectului termic de stimulare a fost de 0,5—2 ani.

● Cea mai eficientă operație a fost aceea de la sonda 1 097*) în care faza de deplasare a frontului de combustie a fost doar de șase zile, iar durata de închidere a sondei (pauza), de 10 zile; de altfel, rezultatele de producție au fost mai bune la sondele 516 și 515 — la care cumulativele de aer și respectiv duratele de deplasare a frontului de combustie au fost mai reduse — față de cele de la sondele 402 și 774.

● La operațiile reușite rația aer injectat — țiței suplimentar produs a fost sub 1 000—2 000 sm^3/t; pentru toate operațiile executate s-a injectat un cumulativ de aer de 5 mil sm^3 (din care cca 25% în injecția premergătoare și în faza de inițiare a combustiei) și s-a obținut un plus de țiței de circa 9 000 t, ceea ce ar corespunde la o rație medie aer injectat/țiței suplimentar produs de aproximativ 600 sm^3/t.

● Atunci cînd cocsarea țițeiului nu a fost bine controlată și limitată numai la strat s-a produs un pod de cocs în gaura sondei, în dreptul perforaturilor, pod ce este curățat foarte greu prin mijloace obișnuite, așa cum s-a întîmplat la sondele 43 și 2 537.

● La sondele 800, 801, 802, care nu puteau fi produse din cauza curgerii argilei în sondă, s-a realizat înlăturarea blocajului și transformarea argilei în stare nehidratabilă, ceea ce a avut ca urmare încetarea migrării argilei din strat în sondă și creșterea debitelor de țiței de la 0,2—0,8 t/zi la valori medii de 2—6t/zi.

● Pentru reușita operației de C.S.S.D. de regulă trebuie să se mențină temperatura la valori sub circa 400°C**), astfel încît să nu apară pericolul deteriorării coloanei de exploatare, defectare care poate îngreuna mult sau poate face chiar imposibilă valorificarea efectului tratamentului, așa cum s-a întîmplat în cazul sondelor 402 și 802.

În figura 1 este arătată comportarea sondei 516 Suplacu de Barcău, înainte și după efectuarea operației de C.S.S.D. De menționat debitul zilnic, vîrf de țiței, de circa 29 t/zi (medie zilnică lunară 24 t/zi) obținut în prima perioadă (după circa 2 luni) și declinul mare al producției de țiței. Impuritățile au o oarecare creștere în ultima perioadă dar se mențin sub 10% ca și înainte de stimularea prin C.S.S.D. Plusul de producție obținut într-un an și jumătate după efectuarea C.S.S.D. reprezintă 50% din cumulativul de țiței obținut în cei patru ani de producție a sondei înainte de operație.

În figura 2 este redată comportarea sondei 801 Suplacu de Barcău, sondă care, practic, a putut fi exploatată numai datorită aplicării acestei operații. Înainte de operație avea frecvente viituri de nisip și argilă producînd un cumulativ de țiței extrem de redus (cca 400 t în patru ani). După operație a produs — primele 70 zile eruptiv — cu debite mari de țiței o perioadă relativ îndelungată; în primele 6 luni, debitul de țiței a fost de circa 30 t/zi, scăzînd apoi cu un declin redus. În primul an după operație s-au mai efectuat totuși trei curățări de

*) În timpul inițierii combustiei subterane a avut loc o ușoară explozie.

**) Dacă stratul conține argilă, temperatura trebuie menținută la circa 600°C.

nisip; operația de C.S.S.D. nu a asigurat eliminarea totală a viiturilor de nisip.

Zăcămintele Videle — Bălăria

Zăcămintele Videle și Bălăria sînt despărțite de o falie majoră etanșă și au proprietăți fizico-productive apropiate (tab. 1).

Pe zăcămîntul Bălăria experimentarea procesului de combustie subterană (continuă) a avut loc în patru panouri adiacente și a început

privința consolidării nisipului (total de cinci operații reușite în privința consolidării nisipului); la patru din cele șapte sonde s-au mai înregistrat unele viituri de nisip și după operație (dar mult mai puțin frecvente), iar la trei sonde viiturile au dispărut complet.

● Debitul de țiței a crescut, în medie, de 2—3 ori, iar plusul de producție la sondele cu rezultat pozitiv în privința stimulării producției

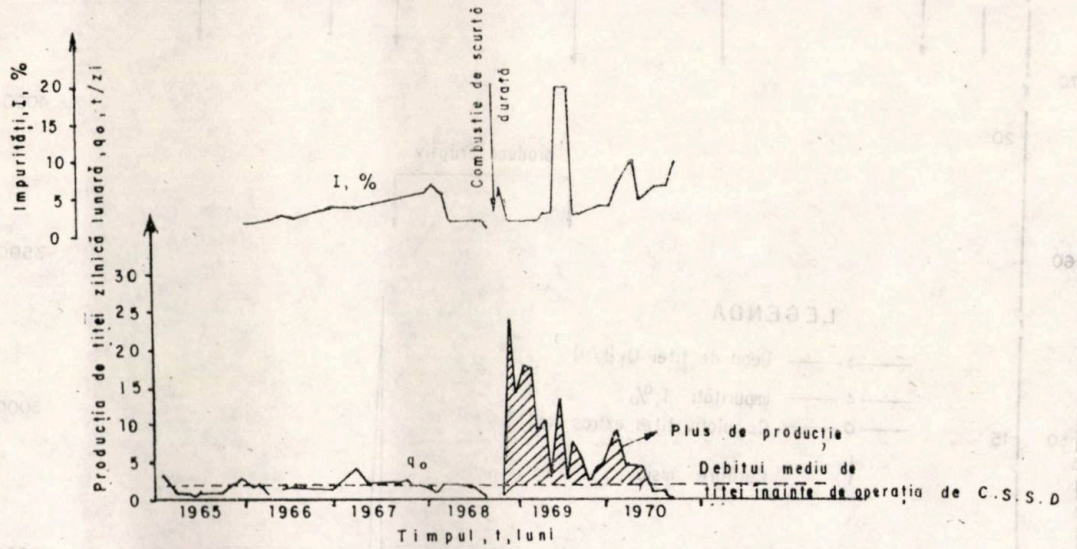


Fig. 1. Comportarea sondei 516 Suplacu de Barcău înainte și după efectuarea operației de C.S.S.D.

în anul 1975 [6], iar pe zăcămîntul Videle experimentarea a început în anul 1979 [7].

Zăcămîntul Videle este exploatat prin injecție convențională de apă, iar zăcămîntul Bălăria în regim de gaze dizolvate și sub influența unei împingeri de apă, subadiacentă zăcămîntului.

În perioada aplicării operațiilor de C.S.S.D., factorul de recuperare era de 7—15% pentru Videle și circa 4% pentru Bălăria.

Situația sondelor la care s-a efectuat operația de C.S.S.D. este următoarea:

— 1 601 Bălăria și 2 359 Videle: sonde de reacție în panourile de combustie;

— 392 Videle, 3 109 Videle, 1 203 Bălăria, 1 224 Bălăria și 1 215 Bălăria — sonde situate departe de panourile de combustie, nefiind influențate de procesul de combustie din aceste panouri.

Principalele date și rezultate asupra operațiilor de C.S.S.D. efectuate la Videle și Bălăria sînt redate în tabelele 4 și 5.

Din aceste tabele se desprind următoarele aspecte mai importante.

● Din cele șapte operații efectuate trei au fost reușite atît din punctul de vedere a consolidării nisipului, cît și ca efect de stimulare, iar două au constituit reușite numai în a fost de 2 000—18 000 t/sondă. Durata efectului termic de stimulare a fost de 2—3,5 ani.

● Cea mai eficientă operație s-a înregistrat la sonda 1 215 Bălăria în care faza de deplasare a frontului de combustie a fost o lună, iar cumulativul de aer injectat a fost relativ redus (aproximativ 220 000 sm^3). De regulă, rezultatele de producție au fost mai bune la operațiile în care cumulativele de aer injectat și, respectiv, duratele de deplasare a frontului de combustie au fost mai reduse (a se compara rezultatele de la sondele 392, 1 215 și 1 203).

● În operațiile reușite din punctul de vedere al stimulării producției, rația aer injectat — țiței suplimentar produs a fost sub 1 500 sm^3/t; pentru toate operațiile executate s-a injectat un cumulativ de aer de circa 8 000 000 sm^3 (din care cca 20% în injecția premergătoare și în faza de inițiere a combustiei) și s-a obținut un plus de țiței de circa 7000 t, ceea ce corespunde la o rație medie aer injectat — țiței obținut suplimentar, de aproximativ 1 150 sm^3/t.

● La toate operațiile reușite s-a constatat scăderea procentajului de apă în lichidul produs.

● La sondele 3 109 și 2 339 Videle, la care operațiile de inițiere a combustiei au fost necon-

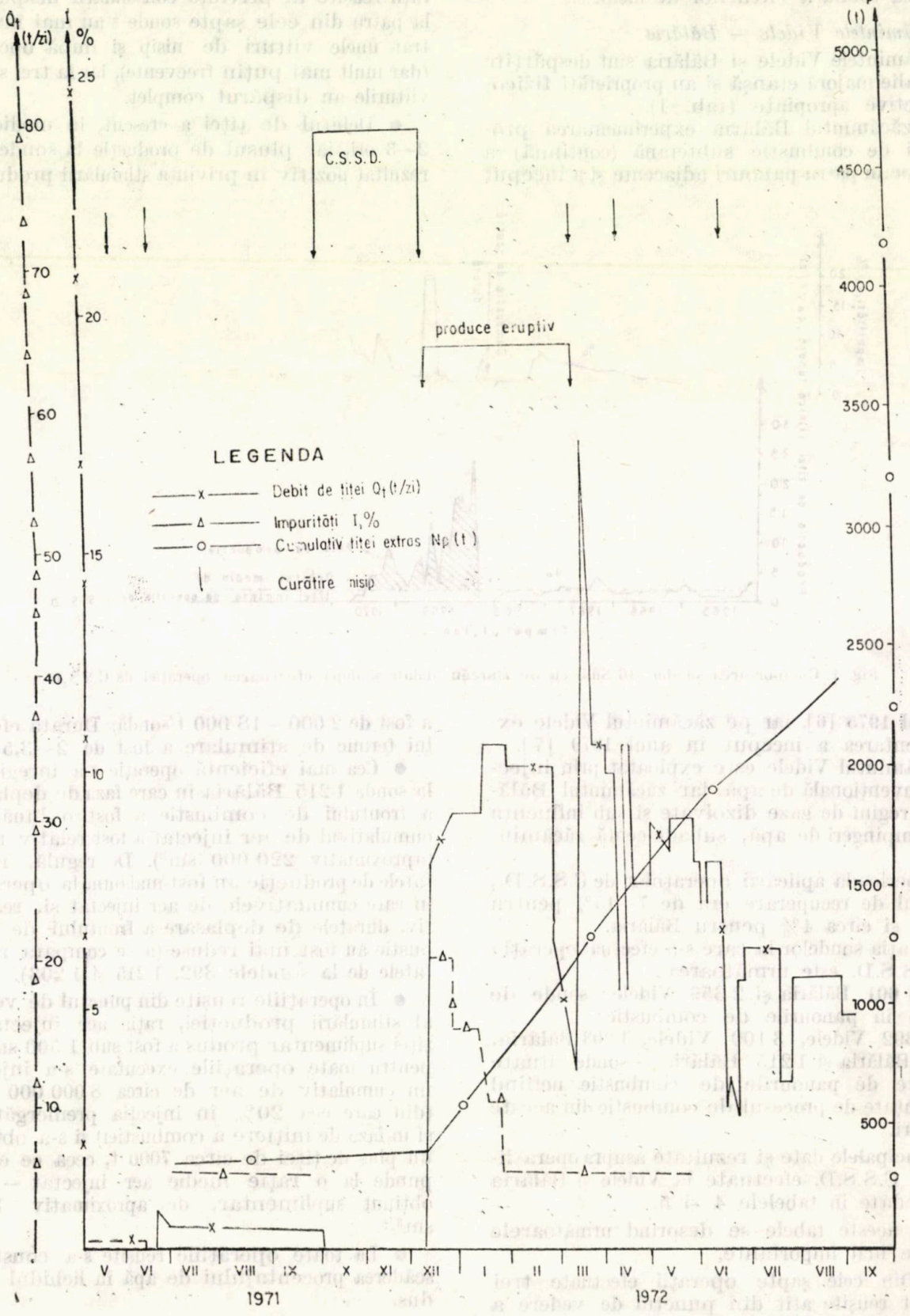


Fig. 2. Comportarea sondei 801 Suplacu de Barcău înainte și după operația de C.S.S.D.

Principalele date asupra operațiilor de combustie de scurtă durată de la Bălăria și Videle *Tabelul 4*

Sonda, anul executării operației	Mărimea intervalului perforat, m	Situația vîiturilor de nisip înainte de combustia ciclică, debitul de țiței, q, t/zi	Faza de deplasare a frontului de combustie: debit injecție aer, sm³/zi / pres. de injecție, at.	cumulativ de aer injectat, sm³	durata, zile	Durata de închidere a sondei, pauza, zile
392 Videle G* / 1966	8	Viituri masive de nisip	$10 \cdot 10^3$—$25 \cdot 10^3$ / 60	2 600 000	150	—
1 215 Bălăria G* / 1969	5	Viituri mari de nisip, q = 1—2 t/zi	7 300 / 55—60	220 000	30	2
1 224 Bălăria E* / 1977	16	Viituri mari de nisip, q = 0,5—1 t/zi	7 200 / 25—28	200 000	32	5
1 601 Bălăria E* a) / 1977	4	Puternice viituri de nisip, q = 1—2 t/zi	10 000 / 26	100 000	10	3
1 203 Bălăria I* / 1978	6	Viituri de nisip moderate, q = 1 t/zi	15 000 / 20	2 800 000	210	10
3 109 Bidele I* b) / 1980	4	Viituri de nisip, q = 0,1 t/zi	14 000 / 39	142 000	10	12
2 339 Videle I* c) / 1980	3	Viituri de nisip. q = 1 t/zi	15 000 / 35	385 000	26	5

* G— Inițierea combustiei cu aprinzător cu gaze; E —inițierea combustiei cu încălzitor electric; I — inițierea combustiei cu ulei de in.

a) Sonda avea coloana spartă.

b) Înaintea inițierii combustiei s-a injectat în strat un pachet de nisip silicios.

c) Combustia ciclică are drept scop crearea comunicației cu frontul central de combustie, sonda 2 339 fiind sondă de reacție în panoul A-2 din blocul G_5H Videle

Rezultatele operațiilor de C.S.S.D. efectuate la Videle și Bălăria *Tabelul 5*

Sonda, anul executării operației	Date asupra producției de țiței după operație: debitul vîrf de țiței, t/zi / debitul mediu de țiței, t/zi	plus de producție estimat, t / durata efectului	rația aer injectat pentru tona de țiței suplimentar extras, sm³/t	cumulativ țiței până la operația de C.S.S.D., t/an / cumulativ țiței extras după operația de C.S.S.D., t/an	Observații asupra consolidării nisipului	Observații asupra repunerii în producție. Caracteristici specifice operației. Rezultatul operației
392 Videle / 1966	8 / 4	2 000 / 2 ani	1 500	—	Fără viituri de nisip	Reușită
1 215 Bălăria / 1969	10—12 / 3—5	3 000 / 4,5 ani	100	400/2 / 18 500/12 ani	Primii doi ani a mai avut viituri de nisip după care au dispărut	Scăzut impuritățile Reușită
1 224 Bălăria / 1977	10 / 2,5—5	2 000 / 3 ani	200	3 260/6 / 2 100/3,5 ani	Slabe viituri de nisip	Scăzut procentajul la apă de la 40 la 20% Reușită
1 601 Bălăria / 1977	3,5 / 1—3	75 / 150 zile	6 000	4 077/4 / 580/3 ani	Viiturile de nisip s-au redus la jumătate	Redus procentajul de apă de la 92 la 40—80%. Rezultat slab
1 203 Bălăria / 1978	1 / 1	0 / 0	—	11 000/12 / 1 300/3 ani	Viiturile de nisip s-au menținut încă un an după efectuarea C.S.S.D., ulterior au dispărut.	Crescut procentul de apă de la 55 la 90% Reușită parțială
3 109 Videle / 1890	4	120 / 300 zile	1 200	180/2 / 120/300 zile	Oprit viiturile de nisip.	Făcut consolidare cu cuarț înainte de C.S.S.D.
2 339 Videle / 1980	Fiind sonde de reacție, deocamdată nu se pot face aprecieri asupra efectului de stimulare			325 /1,5 / 200/300 zile	Consolidare relativ bună.	Reușită

cludente, efectul de stimulare a producției a fost redus. În schimb, viiturile de nisip au fost eliminate complet la sonda 3 109 și au fost reduse la sonda 2 339, la care, pe această cale, s-a obținut legătura cu frontul de combustie.

● La repunerea în producție, în general, sondele au produs în erupție; sondele 1 224, 1 203 și 1 601 au fost pornite pe liber.

● Referitor la perioada de închidere a sondei, aceasta depinde de durata de deplasare a frontului de combustie, variind între 3 și 18 zile. Rezultate mai bune s-au obținut — mai ales în privința consolidării nisipului — în cazul unor perioade de închidere mai mari de 10 zile, cînd depunerea de cocs s-a desfășurat în condiții statice.

În figura 3 este redată comportarea sondei 1 215 Bălăria, înainte și după efectuarea operației de C.S.S.D. Se subliniază faptul că, practic, sonda a putut fi exploatată numai datorită aplicării operației de C.S.S.D.; cumulativul de țiței produs înainte de aplicarea operației a fost de 400 t în doi ani. După aplicarea operației, sonda a produs continuu peste 12 ani, debitul vîrf de țiței înregistrîndu-se după

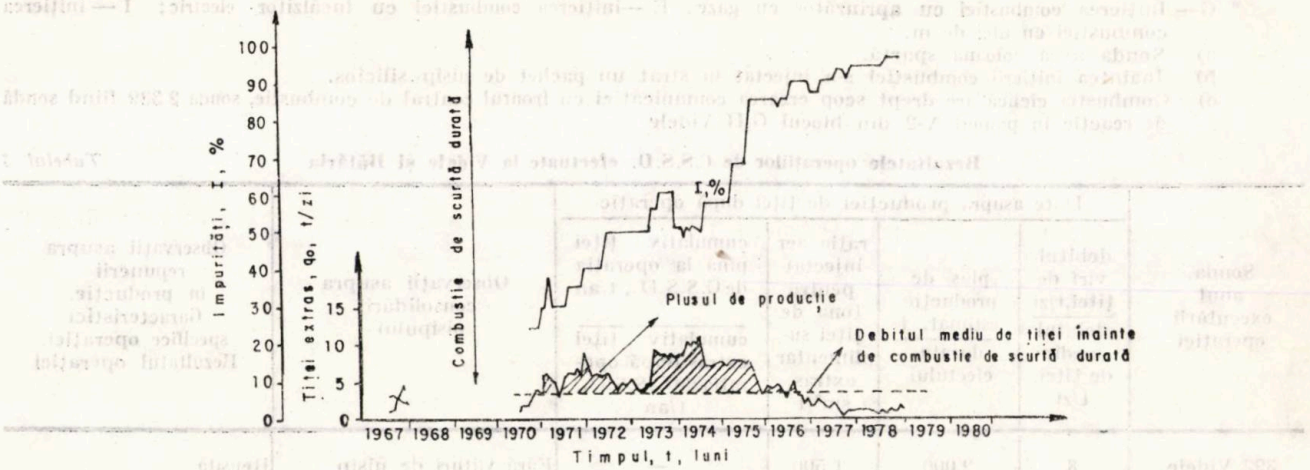


Fig. 3. Comportarea sondei 1 215 Bălăria înainte și după efectuarea operației de C.S.S.D.

aproximativ cinci ani (11 t/zi față de cca 4 t/zi, înainte de operație). În cei circa cinci ani de obținere a plusului de producție, impuritățile au crescut continuu de la 10—20% la circa 85%, avînd cam același ritm de creștere în timp. După atingerea procentului de apă de 85%, practic creșterea acestuia are o aplatizare, perioadă în care debitul de țiței este sub valoarea de dinainte de aplicarea operației de C.S.S.D., deci nu se mai înregistrează plus de producție.

Zăcămîntul Ochiuri

Pus în exploatare în anii 1915—1920, zăcămîntul dräder c de la Ochiuri, blocul C, a fost exploatat în primar pînă în anul 1957. În perioada 1957—1976 a avut loc un proces secundar de injecție gaze care a condus la obținerea unei recuperări de circa 40%, la sfîrșitul acestei perioade, presiunea de zăcămînt scăzînd la aproximativ 5 at (0,5 MPa).

Operațiile de C.S.S.D. au fost efectuate în legătură cu procesul terțiar de combustie umedă ce are loc într-un panou experimental în cinci puncte, începînd din anul 1977 [8]. Aceste operații au avut ca scop, în principal, consolidarea nisipului și, în secundar, stimularea termică a sondelor.

Principalele date și rezultate asupra operațiilor de C.S.S.D. sînt redate în tabelele 6 și 7. Sondele 103 SRP și 117 MIP sînt sonde de reacție în panoul experimental de combustie, iar sondele 132 MP, 138 MPC și 139 MPC sînt sonde adiacente panoului experimental. Sonda 106 DGP este deschisă la alt strat (dräder b) situat deasupra stratului dräder c.

Ca procedură de operare, spre deosebire de Suplacu de Barcău și Videle — Bălăria, la începutul perioadei de închidere a sondei, după propagarea frontului de combustie — pauza de redistribuire a căldurii — s-a injectat un dop de 5—15 m³ apă + țiței în părți aproximativ egale, avînd scopul de a mări securitatea operației de repunere în producție și de a produce o cocsare suplimentară a nisipului din jurul sondei. La toate sondele inițierea combustiei s-a făcut cu ajutorul unui încălzitor electric de mare putere.

Din tabelele 6 și 7 se desprind următoarele aspecte mai importante.

● Din cele șase operații efectuate, patru au constituit reușite din punctul de vedere al consolidării nisipului; din același punct de vedere, una a fost succes parțial, iar ultima a fost neconcludentă.

● La sondele 103 SRP și 139 MPC a fost posibil să se separe efectul stimulării producției de țiței datorită C.S.S.D. de efectul creșterii producției datorită dezlocuirii țițeiului de către frontul de combustie din panoul experimental. Acest efect de stimulare are valori mult mai reduse (aproximativ 350 t) pentru acest zăcămînt cu țiței relativ ușor și într-un

Principalele date asupra operațiilor de combustie subterană de scurtă durată de la Ochiuri *Tabelul 6*

Sonda	Mărimea interval. perforat	Situația viiturilor de nisip înainte de combustia ciclică: debitul de țiței înainte, t/zi	Faza de deplasare a frontului de combustie în strat: durata, zile	debit injecție aer, sm³/zi / presiunea de injecție, at	cumulativ de aer injectat, sm³	cumulativ total de aer injectat, sm³	Pauza: durata de închidere a sondei, zile
103 SRP	11	Viituri foarte mari / 0	27	6 000—12 000 / 13—16	245 000	350 000	4
117 MIP	12	Viituri foarte mari / 0	47	6 500—13 000 / 13—17,5	500 000	633 000	18
139 MPC	16	Viituri slabe / 0	22	6 000—7 500 / 19—20	175 000	270 000	8
138 MPC	12	Viituri moderate / 0	46	5 000—7 500 / 18—19	320 000	435 000	14
106 DGP	4	Viituri masive / 0	32	5 000—6 000 / 19—19,5	234 000	236 000	18
132 MP	13	Viituri moderate / 0	64	5 000—12 000 / 11—12	534 000	654 000	21

Rezultatele operațiilor de C.S.S.D. efectuate la Ochiuri *Tabelul 7*

Parametrul / Sonda	Faza de producție (repunere în producție): temperatura de fund maximă înregistrată, °C	procentajul maxim de CO_2 al gazelor evacuate, %	observații asupra producției de țiței după operație: plus de producție estimat, t / perioada de producție, zile	debitul vîrf de țiței, t/zi	Cumulativ extras pînă la operația de C.S.S.D., t/timp, ani: cumulativ extras după operația C.S.S.D., ani	Rația de aer injectat: Țiței suplimentar, produs, sm³/t	Dacă s-au mai manifestat viituri de nisip	Rezultatele obținute și observații
103 SRP	160	41	350 / 240	2	14 470/27 / 1 080/5,3	—	—	bune
117 MIP	—	26,8	120** / 240	1	340/25 / 1 500/4	1 000	nu	bune
139 MPC	120*	—	350 / 120	5,5	7 920/21 / 350/0,4	10 000	nu	bune
138 MPC	140	42,8***	Sonda a fost închisă circa 6 luni, fiind influențată de frontul de combustie		3 500/26 / 200/1	800	foarte slab	mediocre
106 DGP	105	35,6	Sonda a nu fost repusă în producție		15 950/30	—	mici viituri de nisip	consolidare parțială. Anterior s-a efectuat o consolidare cu nisip cuarțos.
132 MP	122	—	200— / 450	1,7	26**** / 440/1,5	3 300	nu	bune

*) A produs fluide calde, avînd temperatura la capul de erupție mai mare de 62°C, s-a estimat că temp. de fund a fost mai mare de 120°C

**) Apreciere orientativă, efectul combustiei ciclice asupra dezlocuirii țițeiului de către frontul de combustie (panoul 302

***) O perioadă îndelungată sonda a produs cu un procentaj ridicat de CO_2

****) Fosta sondă de injecție gaze și ulterior injecție apă

stadiu avansat de depletare; durata efectului termic a fost de 4—8 luni.

● Existența unui front de combustie subterană bine dezvoltat în timpul operației de C.S.S.D. este indicat — a posteriori — de procentajul foarte ridicat de CO_2 (peste 21%) în gazele de combustie evacuate în primele 14—30 zile după deschiderea sondei, așa cum s-a constatat la sondele 103 SRP, 117 MIP și 138 MPC; valoarea maximă a procentajului de CO_2 se înregistrează în primele 4—5 zile după deschiderea sondei. Bioxidul de carbon provine atît din CO_2 aflat ca gaz în mediul poros, cît și din CO_2 solubilizat în lichidele din fața frontului de combustie.

● La sondele 103 SRP și 139 MPC, unde durata de deplasare a frontului de combustie în strat și pauza de închidere a sondei au fost

mai scurte (față de cazul sondelor 117 MIP, 132 MP și 138 MPC), stimularea termică a fost mai eficientă. Consolidarea nisipului a fost și ea mai bună, dar nu în aceeași măsură ca rezultatele de producție. Pentru operațiile de C.S.S.D. de la sondele 103 SRP și 139 MPC, rația aer injectat/țiței suplimentar obținut a fost de 1 000 sm^3/t și respectiv 800 sm^3/t.

Pentru toate operațiile executate s-a injectat un cumulativ de aer de circa 2,4 milioane sm^3 (din care cca 700 mii în injecția premergătoare și în faza de inițiere a combustiei) și s-a obținut un plus de țiței de aproximativ 1 000 t, ceea ce revine la o rație medie aer injectat/țiței suplimentar produs de circa 2 400 sm^3/t.

Importanța mare a operațiilor de C.S.S.D. efectuate nu trebuie însă legată de stimularea termică, ci, mai degrabă, de stăvilirea viiturilor de nisip. Rezolvarea practic totală a viiturilor de nisip a permis punerea în condiții de funcționare continuă a sondelor de reacție din panoul experimental de combustie și pe această cale acest proces a putut intra în limitele eficienței economice. În acest fel, s-au creat premisele pentru trecerea la aplicarea industrială a procesului de combustie pe acest zăcământ.

În figura 4 sînt redate curbele de comportare a sondei 103 SRP înainte și după efectuarea operației de C.S.S.D. Înainte de consolidare, deși frecvența curățărilor nisipului a fost foarte mare, totuși sonda nu a putut fi pusă în producție. După consolidarea prin C.S.S.D., sonda nu a mai înregistrat viituri de nisip.

În anul 1982 s-a aplicat o operație de C.S.S.D. la sonda 501 Moreni — dräder, unde roca are un conținut ridicat de argile. Întrucît la inițierea combustiei subterane temperatura maximă atinsă nu a depășit 200°C, neasigurarea unor niveluri termice ridicate (în jur de 600°C) care să conducă la transformarea argilelor într-o stare nehidratată a făcut ca operația să nu

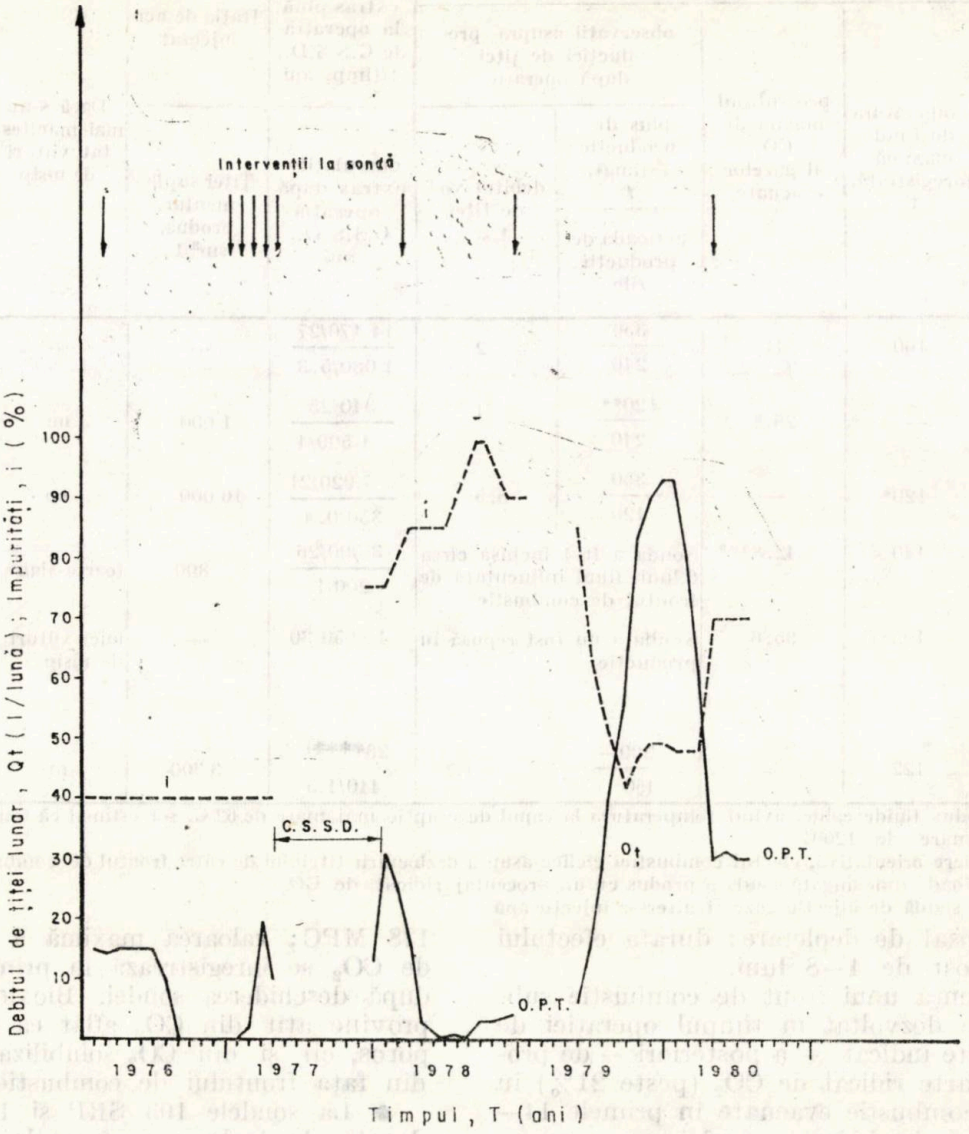


Fig. 4. Comportarea sondei 103 Ochiuri înainte și după operația de C.S.S.D.

constituie o reușită. După operație sonda nu a mai avut aflux de țiței — probabil din cauza umflării argilei la curgerea apei dulci (formate în timpul combustiei) spre sondă —, iar viiturile de nisip argilos s-au accentuat.

III. Operații de C.S.S.D. provenite din procese continue de combustie subterană

În acest capitol se prezintă o serie de operații de C.S.S.D. care inițial nu au fost proiectate ca astfel de operații dar, ulterior, au devenit *procese de C.S.S.D.* prin faptul că sondele de combustie au fost puse în producție. De regulă, împrejurarea care a determinat acest lucru a fost fie valoarea relativ redusă a presiunii compresoarelor, fie creșterea peste normal a presiunii de injectare a aerului în procese destinate a fi procese de combustie subterană continuă.

1. Sondele C_1, C_2 bis și C_4 Bălăria au fost puse în producție după perioade îndelungate de injecție de aer. Astfel, sonda C_1 a fost sondă de combustie 4,5 ani, timp în care s-a injectat un cumulativ de aer de circa 35 mil. sm³, la presiunea de injecție de 30—60 at. După sistarea injecției de aer, punerea în producție s-a făcut în circa cinci luni, iar sonda a debitat 0,5—1 t/zi; jumătate din perforaturi au fost blocate tot timpul.

La sonda C_2, faza de deplasare a frontului de combustie a durat circa 1,5 ani, cumulativul de aer injectat fiind de 9,5 milioane sm³; după sistarea injecției de aer a fost pusă în producție în circa trei luni, la debite de 0,6—0,8 t/zi.

Sonda C_4 a fost sondă de combustie circa patru ani, cumulativul de aer injectat fiind de 24 mil sm³. După sistarea injecției de aer, punerea în producție s-a făcut în circa cinci luni. De la intrarea în producție pînă în prezent — 1,5 ani — a produs la debite de 0,4—0,5 t/zi.

2. O operație de C.S.S.D. a fost aplicată în anii 1967—1968 la sonda 459 bis de pe zăcămîntul meoțian-Otești [9].

Acest zăcămînt este constituit dintr-un nisip neconsolidat cu bobul fin și foarte fin, cu porozitatea de 30%, conținînd circa 17% particule marnoase argiloase. Densitatea țițeiului în condiții standard este de 940 kg/m³, iar viscozitatea în condiții de zăcămînt (35°C) este de circa 180 cP (mPa.s). Grosimea efectivă medie a stratului productiv este de circa 3,3 m, iar cea totală de 6—7 m.

La sonda 459 bis frontul de combustie a fost deplasat în strat circa șapte luni, perioadă în care s-a injectat un cumulativ de aer de circa 1,5 mil sm³, corespunzînd la o rază de deplasare a frontului de aproximativ 40 m. Datorită creșterii prohibitive a presiunii de injecție a aerului, după circa șapte luni s-a extras aprinzătorul de strat și s-a introdus pompa, fixîndu-se deasupra perforaturilor. Sonda a intrat în producție cu un debit de țiței de 16 t/zi, dar pentru o perioadă extrem de scurtă.

După efectuarea unor lucrări de reparații capitale, sonda a fost repusă în producție în pompaj, producînd timp îndelungat, dar cu debite foarte reduse de țiței (0,2—0,5 t/zi).

3. Trei operații de C.S.S.D. accidentale au avut loc în cadrul procesului de combustie subterană de la Gura Ocniței — Dealul Bătrîn [10; 11]. Zăcămîntul drăder III de la Gura Ocniței este constituit din nisip fin cu conținut ridicat de marnă. Înclinarea este mare, 20—30°, iar porozitatea 30%. Densitatea țițeiului în condiții standard este 920 kg/m³, iar viscozitatea în condiții de zăcămînt 30—100 cP (mPa.s). Stratul productiv are grosimea efectivă de circa 10 m și grosimea totală de 18 m.

Prima operație a avut loc la sonda 109 MPC Dealul Bătrîn în anul 1965. Deplasarea frontului de combustie a fost sistată după 70 zile. Deoarece în timpul operației de inițiere a combustiei coloana sondei s-a turtit, a fost necesară resăparea sondei pe o porțiune de circa 25 m, incluzînd intervalul productiv. Fiind pusă în producție, datorită deopotrivă așezării în partea coborîtă a structurii și consolidării nisipului, sonda a produs practic fără vituri de nisip timp de peste 10 ani, în anii 1973—1974 atingînd debite de 6—9 t/zi, față de debitul mediu pe zăcămînt de 1—3 t/zi/sondă.

În anul 1966, sonda 114 M P, la care deplasarea frontului de combustie s-a făcut o perioadă mai îndelungată — 260 zile — după sistarea injecției de aer și punerea în producție a avut rezultate de producție mediocre.

Sonda 103 M P C, la care frontul de combustie a fost deplasat în strat peste trei ani (1972—1974), după sistarea injecției de aer și punerea în producție nu a mai produs țiței.

De remarcat că sondele 103 MPC și 109 MPC au o poziție structurală coborîtă, pe cînd sonda 114 MPC este amplasată sus pe structură.

Din analiza tuturor proceselor de C.S.S.D. provenite din procese continue de combustie subterană a reieșit că dacă sondele de combustie (injecție aer) sînt repuse în producție după perioade îndelungate de injecție aer*) rezultatele de producție sînt slabe sau foarte slabe. Astfel, la Otești și Bălăria sondele de combustie au putut fi puse în exploatare după perioade lungi de reparații (3—12 luni), iar după intrarea în producție au avut debite de țiței mai reduse chiar decît sondele vecine, neinfluențate de combustie. La Bălăria sondele C_1, C_2 bis și C_4 au produs cu debite de țiței de 0,5—1 t/zi/sondă, față de debitul mediu pe zăcămînt de 2 t/zi/sondă.

La Gura Ocniței, după repunerea în producție, o sondă de combustie nu a produs deloc,

*) Repunerea în producție după ce frontul de combustie s-a deplasat la distanță mare de sonda de combustie.

o sondă a avut debite de țiței mediocre, iar o sondă (109 MPC) s-a comportat foarte bine. Se subliniază însă faptul că sonda 109 MPC constituie singurul caz în care sonda de combustie a fost pusă în exploatare după o perioadă relativ scurtă de combustie (70 zile), aproape ca într-o operație clasică de C.S.S.D.; la această sondă rezultatele foarte bune se datoresc deopotrivă reușitei consolidării nisipului prin C.S.S.D. și amplasării sondei la partea coborîtă a structurii.

IV. Optimizarea operațiilor de C.S.S.D.

O operație de C.S.S.D. poate fi transformată într-un proces continuu de combustie subterană, dacă în vecinătatea sondei de combustie se află sonde de producție situate la distanțe rezonabile. Un proces continuu de combustie directă nu poate fi însă întotdeauna transformat într-un proces de C.S.S.D. Astfel, dacă durata de injecție aer pentru deplasarea frontului de combustie a depășit cîteva luni, transformarea din proces continuu de combustie, în C.S.S.D. este contraindicată. Mai precis, dacă durata este mai mare de 6—7 luni, în lumina analizei efectuate în această lucrare, trecerea la C.S.S.D. este contraindicată, fiind necesară injecție de apă în sonda de combustie, pentru recuperarea căldurii din zona arsă și mărirea recuperării. Dacă durata este cuprinsă între 1,5 pînă la 6—7 luni, este dificil a se da o indicație; numai o analiză a modului cum a decurs procesul și a proprietăților fizico-productive ale zăcămîntului poate conduce la hotărîrea cea mai bună.

În situația în care injecția de aer pentru propagarea frontului de combustie depășește 6—7 luni, transformarea combustiei continue într-o C.S.S.D. este contraindicată, din două cauze majore:

- prin curgerea țițeiului prin zona arsă, aflată la temperaturi de pînă la 400—500°C, are loc un fenomen de cocsare excesivă, la fel ca în procesul de combustie inversă, conducînd la pierderea iremediabilă — prin transformarea în cocs — a unei părți din țițeiul intrat în zona arsă;
- comportarea în producție a fostelor sonde de combustie este slabă.

Se menționează că, chiar în cazul în care sondele de combustie s-ar comporta bine la punerea în producție, repunerea în producție nu este indicată, datorită cocsării excesive la intrarea țițeiului în zona arsă. Astfel, fenomenele de resaturare nedorită a zonelor arse la South Belridge au condus la depuneri de cocs de 142—226 kg/m³ [12], iar la Suplacu de Barcău, depuneri de 72—180 kg/m³ [13]. Considerînd numai valoarea minimă de 70 kg/m³ s-ar putea conchide că, prin punerea în exploatare a sondelor de combustie după durate lungi de injecție aer, se poate pierde de ordinul a 6—7% (sau chiar mai mult) din rezerva geologică inițială a zonei în care se desfășoară procesul.

În schimb, la o operație obișnuită de C.S.S.D., la care frontul de combustie se deplasează pe o distanță de cîțiva metri de sonda de combustie, *pierderea* de țiței prin cocsare este extrem de mică și, de fapt, nu se poate considera o pierdere, întrucît cocsul format este utilizat pentru consolidarea nisipului din jurul găurii de sondă, rezolvînd astfel problema viiturilor de nisip.

Din cele 27 operații efectuate în România, 18 (circa 67%) au constituit reușite totale, astfel că se poate considera că riscurile sînt reduse la aplicarea operației de C.S.S.D., mai ales dacă se ține seama de faptul că C.S.S.D. s-a aplicat la sonde cu situații critice.

Pentru toate cele trei zăcăminte analizate, operațiile de C.S.S.D. au avut rezultate mai bune cînd cumulativele de aer injectate pentru deplasarea frontului de combustie, respectiv duratele de injecție, au fost mai reduse, în general de ordinul a o lună sau mai puțin. Aceasta este una din concluziile cele mai importante reieșite din analiza celor 27 operații efectuate pînă în prezent. De aceea, este necesar ca operațiile ce se vor programa în viitor să țină seama de acest aspect, mai ales că în acest fel apar următoarele avantaje:

— ieftinirea operației propriu-zise;

— evitarea cocsării unor cantități exagerate de țiței prin intrarea în zona arsă;

— rezultate de producție și de consolidare a nisipului mai bune.

Efectul de stimulare a producției este cuprins între 4—5 luni și 2—3 ani, dar consolidarea nisipului durează o perioadă îndelungată. După operația de C.S.S.D., la unele sonde s-au mai manifestat foarte slabe viituri de nisip, iar la alte sonde aceste viituri au dispărut complet. Dacă operația de inițiere a combustiei a fost neconcludentă, efectul de stimulare a producției a fost redus sau chiar nul, dar viiturile de nisip, în general, au scăzut în intensitate.

Rația medie aer injectat în operația de C.S.S.D. — țiței suplimentar obținut a fost de circa 600 sm³/t la Suplacu de Barcău, circa 1 200 sm³/t la Videle—Bălăria și circa 2 400 sm³/t la Ochiuri; valoarea acestei rații depinde, în principal, de viscozitatea țițeiului, grosimea stratului productiv și starea de depletare a zăcămîntului. Oricum, aceste valori sînt inferioare rației similare pentru procesele de combustie continuă, aplicate pe zăcămintele respective. Se menționează că valorile acestor rații se pot încă îmbunătăți prin scurtarea perioadelor de deplasare a frontului de combustie, așa cum s-a arătat anterior.

Pentru Ochiuri, importanța mare a operațiilor de C.S.S.D. efectuate nu trebuie legată

de stimularea termică ci, în primul rînd, de stăvilirea viiturilor de nisip. Rezolvarea practic totală a viiturilor de nisip a permis punerea în condiții de funcționare continuă a sondelor de reacție din panoul experimental de combustie și, pe această cale, procesul experimental a putut intra în limitele eficienței economice, creîndu-se premisele pentru trecerea la aplicarea industrială a combustiei pe zăcămînt.

Concluzii

1. Combustia subterană de scurtă durată (C.S.S.D.), numită impropriu combustie ciclică, este o tehnică eficientă de creștere a injectivității sondelor de injecție apă și o importantă tehnică de consolidare organică a nisipului și de stimulare a producției de țiței.

2. Analiza sistematică a tuturor operațiilor de C.S.S.D. efectuate pînă acum în România a arătat că aceste operații au avut rezultate mai bune atunci cînd cumulativele de aer injectat pentru deplasarea frontului de combustie, respectiv duratele de injecție aer, au fost mai reduse, în general, de ordinul a 30—40 zile sau mai puțin.

3. Din cele 27 operații de C.S.S.D. efectuate la Suplacu de Barcău, Videle—Bălăria și Ochiuri, 18 operații (circa 67%) au constituit reușite totale, iar celelalte — reușite parțiale sau nereușite. Dat fiind că — de regulă — operațiile de C.S.S.D. s-au efectuat la sonde aflate în situație critică, se poate conchide că la aplicarea C.S.S.D. riscurile sînt reduse.

4. Efectul de stimulare a producției durează între 4—5 luni și 2—3 ani, dar consolidarea nisipului durează o perioadă mai îndelungată. După operația de C.S.S.D., la unele sonde s-au mai manifestat viituri slabe de nisip, mai ales în primele săptămîni după repunerea în producție, dar la majoritatea sondelor aceste viituri de nisip au dispărut complet.

5. Pentru zăcămîntul drader—Ochiuri producția suplimentară de țiței obținută prin aplicarea C.S.S.D. a fost redusă, dar, prin utilizarea C.S.S.D., s-a reușit să se rezolve practic în totalitate viiturile de nisip, creîndu-se premisele pentru intrarea procesului terțiar de combustie continuă în limitele eficienței economice.

În cazul zăcămintelor conținînd țițeiuri ușoare cum este draderul Ochiuri, după repunerea în producție a sondelor la care s-a aplicat C.S.S.D., în gazele produse se înregistrează conținuturi de CO_2 mai mari de 21%.

6. Dacă, dintr-un motiv oarecare, o sondă de combustie, într-un proces continuu de combustie subterană, este pusă în producție după o perioadă îndelungată (luni sau ani) de injecție aer, se poate considera că procesul de combustie continuă a fost transformat într-o *operație de C.S.S.D.*. Analiza celor șapte operații de C.S.S.D. provenite din procese continue de combustie la Bălăria, Otești și Gura Ocniței a arătat că, dacă durata injecției de aer pentru deplasarea frontului de combustie depășește cîteva luni (6—7 luni), transformarea din proces continuu de combustie este contraindicată, întrucît fostele sonde de combustie vor avea o comportare în producție nesatisfăcătoare. În plus, aceasta conduce la pierderea iremediabilă (prin transformarea în cocs) a unei părți din țițeiul ce curge prin zona arsă, ca în cazul combustiei inverse.

În astfel de cazuri, la sistarea injecției de aer, se impune începerea injecției de apă în zonele arse, pentru recuperarea căldurii și evitarea resaturării zonei arse.

Bibliografie

[1] Turtă, Al., Socol, S., Trasca, N., Ilie, N. *Cocsarea controlată a țițeiului în mediul poros, tehnică eficientă de mărire a afluxului de țiței în sonde. Bazele teoretice și experimentale. Tehnicile folosite și rezultatele obținute în alte țări.* Mine, Petrol și Gaze, nr. 12, 1984.

[2] Socol, S., Codreanu, D., Metsch, M. *Stabilirea unor obiective în vederea aplicării pe scară largă a injecției ciclice de abur.* Temă I.C.P.P.G. Cîmpina, 1967.

[3] Socol, S. ș.a. *Procedeu de intensificare a producției de țiței a sondelor prin combustie subterană ciclică.* Brevet R.S.R. nr. 54 964/5 VII. 1971.

[4] Socol, S. ș.a. *Procedeu de intensificare a producției de țiței a sondelor prin combustie subterană de scurtă durată urmată de injecție ciclică de abur.* Brevet R.S.R nr. 54 980/2.VIII.1971.

[5] Socol, S., Constantinescu, P., Fornazier, E., Petcovici, V. *Studiul procedeelor termice ciclice de intensificare a producției de țiței.* Temă I.C.P.P.G., 1971 și 1972.

[6] Petcovici, V., Lupan, M. *Evaluarea rezervelor recuperabile de țiței de la Bălăria — sarmațian în vederea extinderii industriale a combustiei subterane.* Temă I.C.P.P.G., 1979.

[7] Turta, Al., Pantazi, I., Trasca, N. *Studiu de exploatare, evaluare și fundamentare a investițiilor pentru zăcămîntul sarmațian Videle est.* Temă I.C.P.P.G., 1980.

[8] Turta, Al., Trasca, N., *Evaluarea combustiei subterane la Ochiuri Sud — drader, bloc C.* Temă I.C.P.P.G., 1980.

[9] Petcovici, V., *Experimentarea aprinderii stratului la Otești și Lascăr Catargiu.* Temă. I.C.P.P.G., 1968.

[10] Machedon, V. *Urmărirea și extinderea procesului de combustie subterană la Gura Ocniței — Dealul Bătrîn — drader și meoțian,* I.C.P.P.G. 1974.

[11] Machedon, V. *Evaluarea procesului de combustie subterană de la drăder III Gura Ocniței — Dealul Bătrîn și analiza lucrărilor în vederea experimentului de la meoțian.* Temă I.C.P.P.G., 1977.

[12] Gates, C.F. Ramey, H. J. *Field results of South Belridge thermal recovery experiment.* AIME 1958.

[13] Turta, Al. *Rezultatele carotajului mecanic continuu efectuat prin sonda K_3 forată în interiorul panoului experimental de combustie subterană de la Suplacu de Barcău.* Temă I.C.P.P.G. Cîmpina, 1972.

Unele aspecte ale stabilizării argilelor cu ioni hidrolizaţi de aluminiu

Dr. ing. **M. Gheorghiţoiu**
Institutul de Petrol şi Gaze Ploieşti

Introducere

În ultimii 15 ani au apărut în literatura de specialitate mai multe referiri la folosirea ionilor hidrolizaţi ai unor metale tri- şi tetravalente pentru stabilizarea în condiţii de laborator sau de şantier a rocilor argiloase.

Astfel, Valey pune bazele teoretice şi practice de prepararea şi aplicarea în laborator a soluţiilor de ioni hidrolizaţi la stabilirea rocilor sensibile la apă în anul 1969, fiind urmat de Reed şi Coppel 1972, 1973 care raportează rezultate foarte bune obţinute în laborator şi şantier, folosind soluţii de ioni hidrolizaţi de aluminiu la stabilizarea rocilor argiloase, iar Stout şi Peters folosesc săruri hidrolizate de zirconiu la tratamentele de fisurare în 1977. Lahav şi Shani raportează în 1978 realizarea unor structuri poros-permeabile din montmorillonit şi ioni hidrolizaţi de aluminiu.

În studiul de faţă ne-am propus verificarea unor rezultate de stabilizare a argilelor raportate în literatura de specialitate, folosind ioni hidrolizaţi de aluminiu, ca şi găsirea unor condiţii concrete de preparare a soluţiilor de ioni hidrolizaţi, precum şi de aplicare a acestor soluţii la stabilizarea argilelor din punctul de vedere al blocajului stratului productiv, condiţii care nu au fost raportate clar în literatura de specialitate.

Instabilizarea rocilor argiloase contactate de soluţiile apoase

Mineralele argiloase puse în contact cu apa sau cu soluţii apoase se hidratează prin două mecanisme :

● Hidratarea osmotică, ce este guvernată de caracteristicile de sarcină ale suprafeţei externe ale cristalului şi, mai tîrziu, ale suprafeţelor lamelelor distanţate din el, suprafeţele expuse, compoziţia complexelor schimbabile (exemplu : cationii dintre lamele) şi compoziţia soluţiei de contact.

● Hidratarea intracristalină, ce depinde de caracteristicile de sarcină ale suprafeţelor lamelelor din cristal, compoziţia complexelor schimbabile dintre lamele, presiunea de vapori a apei, suprafaţa lamelelor.

Din punctul de vedere al curgerii fluidelor prin rocile cu conţinut de minerale argiloase, hidratarea acestor minerale duce la manifestarea următoarelor fenomene specifice blocajului :

— creşterea saturaţiei în apă a rocilor ce are drept consecinţă scăderea puternică a permeabilităţii la hidrocarburi a acestor roci [10];

— creşterea volumului mineralelor argiloase ce provoacă reducerea sau obturarea completă a secţiunii de curgere a porilor;

— dispersarea şi migrarea particulelor de minerale argiloase ce cauzează podiri în constricţiile porilor, deci o reducere a capacităţii de curgere a rocilor.

Soluţiile apoase ale aluminiului

În soluţiile apoase acide, aluminiul poate exista în trei forme distincte [1] :

1. Al—*a*, care include toate formele ionice. $Al(H_2O)_6^{3+}$, $AlOH(H_2O)_5^{2+}$ şi $Al(OH)_2(H_2O)_4^{+}$;

2. Al—*b*, care include speciile polinucleare cu raţia OH/Al = 2,0 ;

3. Al—*c*, particule cristaline submicroscopice de $Al(OH)_3$.

Forma Al—*b*, de care ne vom ocupa, este un material polinuclear conţinînd probabil 6—400 atomi de aluminiu per unitate structurală, număr care depinde de raţia OH/Al şi perioada de îmbătrînire. Forma exactă în care se vor afla aceste unităţi nu este cunoscută, probabil datorită efectelor provocate de condiţiile de preparare cum ar fi : concentraţia în electrolit şi temperatura asupra raţiei hidrolizei aluminiului. Raţia de hidroliză poate fi redată în forma următoare [3] :

$$x[Al(H_2O)_6\ I^{3+} \rightleftharpoons [Al_x(OH)_4(H_2O)(6x-2y)]^{(3x-y)+} + yH_3O^+$$

unde $x > 1$ şi $0 \leqslant y \leqslant 3x$.

Termenul $[Al_x(OH)_4(H_2O)(6x-2y)]^{(3x-y)+}$ descrie ionii soluţiei de aluminiu hidrolizabili. Fiecare unitate (ioni) cinetică, încărcată electric, va consta dintr-un număr nedefinit de atomi de metal înlănţuiţi prin punţi de hidroxili. Sarcina totală pe ion va depinde de raportul Al : OH şi de numărul de atomi de Al pe ion.

În figura 1 este schematizată trecerea ionilor de Al hidrataţi în ioni polinucleari prin formarea punţilor de hidroxizi.

Procesul de hidrolizare poate continua pînă cînd concentraţia de ioni H_3O devine destul de mare să rupă legăturile Al—OH—Al, tot aşa de repede, cît de repede se formează. Echilibrul este atins după săptămîni, luni sau chiar ani.

Mecanismul stabilizării

Atracţia dintre particulele de argilă încărcate electric şi cationii schimbaţi de pe ele variază exponenţial cu sarcina cationului. Astfel, un ion polinuclear, cu sarcina +8, +12,

+24 sau mai mult, poate fi atras de milioane de ori mai puternic de particule de argilă decît sînt atraşi cationii mono-, bi- sau trivalenţi. În consecinţă, din punct de vedere electrostatic, ionii polinucleari vor dezlocui foarte repede

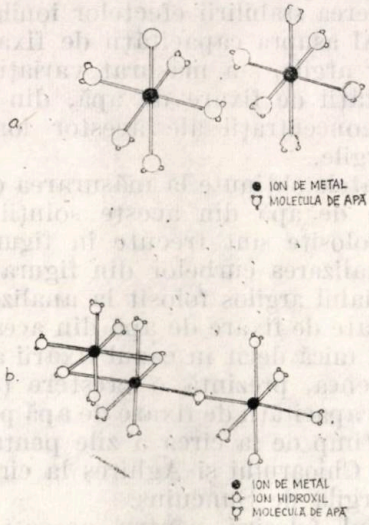


Fig. 1. Formarea ionilor polinucleari prin hidroliză din ionii de aluminiu hidrataţi:
a — ioni de aluminiu hidrataţi; *b* — ioni de aluminiu hidrolizaţi

toţi ionii schimbabili de pe particula de argilă şi vor fi foarte puternic fixaţi pe aceasta.

În altă ordine de idei, ionii hidrolizaţi de aluminiu ar forma complexe cu forma asemănătoare particulelor de gibbsit şi s-ar fixa între lamelele cristalelor de minerale argiloase, imprimîndu-le structura şi proprietăţile caracteristice cristalelor de minerale din grupul cloritului [4].

În plus, există dovezi că ionii metalici polinucleari se leagă chimic pe suprafaţa cristalelor de minerale argiloase. Se pare că se formează înlănţuiri de forma M—O—Si între metale şi stratele tetraedrice. Locurile reacţiei pot fi grupurile silicatice ($\rightarrow$Si—OH) lîngă punctele de substituţie izomorfă în stratele tetraedrice.

Cîteva observaţii experimentale se pot explica uşor prin existenţa unor legături chimice între ionii polinucleari şi suprafaţa cristalelor de minerale argiloase, astfel [3].

● Analiza termică diferenţială arată că montmorillonitul tratat cu metale polivalente hidrolizate are o temperatură de dezagregare a structurii mai joasă decît montmorillonitul saturat cu ioni monovalenţi sau bivalenţi.

● Activitatea ionului de hidrogen creşte cînd ionii de metal hidrolizaţi sînt fixaţi pe mineralele argiloase. Aceasta indică fie adăugarea efectului hidrolizei, fie schimbarea în legăturile ionilor polinuceari asociată cu procesul de sorbţie.

● Măsurătorile spectrografice cu raze X arată că speciile de ioni sorbiţi sînt mult mai hidrolizate decît ionii din soluţie. De asemenea, ionii contrari (cum sînt ionii de Cl^- în oxiclorura de zirconiu) sînt absenţi din ionii polinucleari sorbiţi.

Aceste observaţii arată că există mari posibilităţi de a se provoca legături chimice între ionii polinucleari şi suprafaţa particulelor de minerale argiloase.

În orice caz, ionii polinucleari sînt foarte puternic fixaţi pe suprafeţele particulelor de argilă, iar, datorită sarcinii electrice mari, duc la neutralizarea din punct de vedere electric a particulelor de argilă, deci la dispariţia atmosferei de cationi schimbabili, atmosferă ce împiedică agregarea acestor particule, cu alte cuvinte favorizează stabilizarea rocilor argiloase.

Prepararea soluţiilor de ioni hidrolizaţi de Al

Prepararea soluţiilor s-a făcut prin amestecarea sub agitare puternică a soluţiilor de $AlCl_3$ şi NaOH de diferite concentraţii, pînă la creşterea valorii indicelui p*H* al soluţiei realizate la peste 4. Pentru prepararea unei soluţii mai concentrate au fost stabilite următoarele condiţii:

— în soluţia de o anumită concentraţie de Al Cl_3(10—20%), agitată cu un agitator electric la 1200 rotaţii pe minut, se adaugă prin picurare soluţie de NaOH 10%, urmărindu-se creşterea valorii indicelui p*H* de la circa 2 la 4—5;

— în cazul în care soluţia în curs de preparare devenea opalescentă la culoare, se oprea adăugarea soluţiei de NaOH, se agita cu intermitenţă pînă cînd soluţia devenea transparentă.

Nerespectarea acestor condiţii ducea ori la apariţia flocoanelor de $Al(OH)_3$ sub formă de fulgi albi transparenţi de lungime 7—8 mm şi lăţime 1—2 mm, ori la gelificarea soluţiei.

Influenţarea capacităţii de fixare de apă a argilelor contactate de soluţiile de ioni hidrolizaţi de aluminiu

Ţinînd cont de faptul că pentru mineralele argiloase cantitatea de apă fixată nu este echivalentă cu creşterea lor de volum — pentru o sorbire continuă a apei creşterea de volum se face în paşi [7; 8] — dar că fixarea de apă are o pondere considerabilă în procesele de blocare, respectiv prin creşterea saturaţiei în apă, umflarea şi/sau dispersarea unor minerale argiloase urmată de podirea particulelor dispersate mobilizate, considerăm capacitatea de fixare de apă a mineralelor argiloase una din principalele proprietăţi ale lor din punctul de vedere al blocării stratului productiv şi de aceea am recurs la măsurarea acestei proprie-

tăți, pentru a se facilita urmărirea gradului de stabilizare a argilelor contactate de soluțiile de ioni hidrolizați de aluminiu.

Am recurs, în acest scop, la aparatura și metodologia folosită în [9] pentru determinarea coeficienților de umflare nelimitată, respectiv la aparatul Freudlich (modificat IPGG).

Mase egale de probă au fost pastilate la aproximativ aceeași presiune (2 500 bar). Probele erau constituite din montmorillonit de Valea Chioarului, argilă de Șuncuiuș și caolin de Aghireș. (În figura 2 sînt trecute difractogramele fracției granulometrice sub 1 micron din aceste probe).

Pentru obținerea unor rezultate concludente, au fost folosite cîte cinci aparate în paralel, pentru o singură probă, măsurătoarea reluîndu-se de 2—3 ori pînă cînd se obțineau pentru un punct cel puțin 10 valori care nu difereau mai mult de 10% între ele, din care se scotea valoarea medie a acelui punct.

Variația în timp a capacității de fixare de apă (măsurată în cm^3 apă/g material argilos) este reprezentată în figura 3.

Analizînd curbele din figura 3 se constată — așa cum era de așteptat — o foarte mare capacitate de fixare de apă la montmorillonit și o capacitate moderată (chiar mare) de fixare de apă la argila de Șuncuiuș formată, în cea mai mare parte, din illit și caolinit, iar pentru caolin se constată o capacitate de fixare de apă importantă (deși mult mai mică decît pentru celelalte două argile) pe care o punem pe seama impurităților minerale.

În vederea stabilirii efectelor ionilor hidrolizați de Al asupra capacității de fixare de apă a acestor argile, s-a măsurat variația în timp a capacității de fixare de apă, din soluții de diferite concentrații ale acestor ioni, pentru aceste argile.

Rezultatele obținute la măsurarea capacității de fixare de apă din aceste soluții de către argilele folosite sînt trecute în figura. 4.

Din analizarea curbelor din figura 4 rezultă că materialul argilos folosit la analize prezintă o capacitate de fixare de apă din aceste soluții, mult mai mică decît în cazul fixării apei dulci. De asemenea, prezintă o creștere (deși diminuată) a capacității de fixare de apă pe perioade mari de timp de la circa 5 zile pentru argilele de Valea Chioarului și Aghireș la circa 24 zile pentru argila de Șuncuiuș.

În cazul folosirii pentru aceeași probă a unor soluții de concentrații diferite, se observă o micșorare a capacității de fixare de apă din aceste soluții, cu creșterea concentrației soluțiilor de circa 3—5 ori pentru o concentrație de 3% (fig. 5).

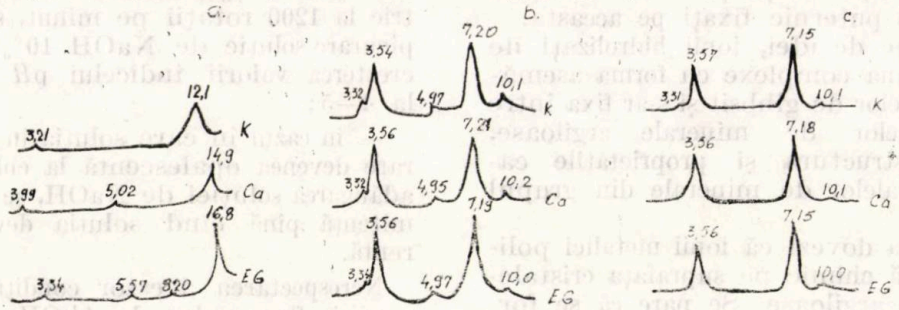


Fig. 2. Difractogramele fracției < 1 μm ale unor argile:
a — bentonita de Valea Chioarului 98% montmorillonit; *b* — argile de Suncuiuș 44% illit, caolinit; *c* — caolin de Aghireș 96% caolinit, 4% illit

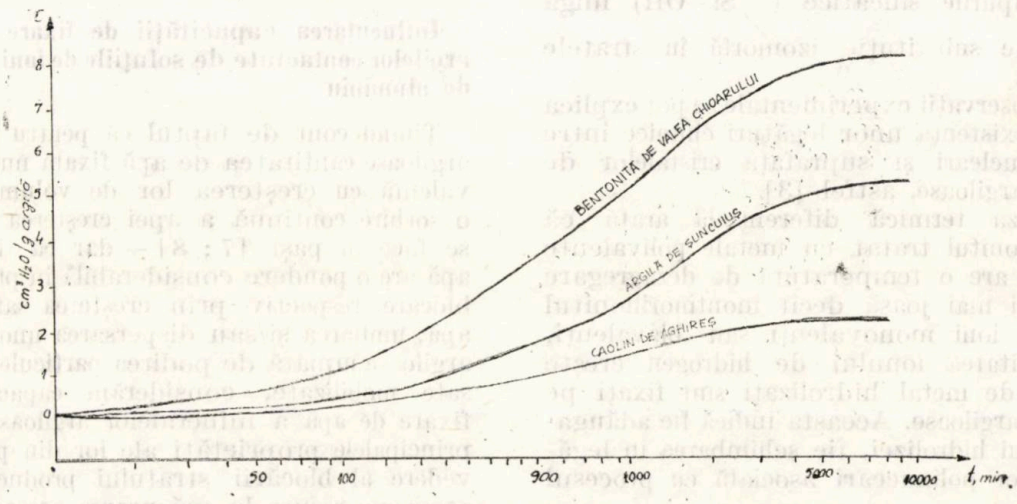


Fig. 3. Cantitatea de apă fixată de argilă funcție de timpul de control

Puternica modificare a capacității de fixare de apă a argilelor — în sensul micșorării ei — pe care o provoacă ionii hidrolizați de aluminiu denotă o mare capacitate a acestora de stabilizare a argilelor din punctul de vedere al prevenirii blocajului.

unui eventual tratament pentru stabilizarea argilelor cu soluții de ioni hidrolizați de Al.

În acest sens, medii poros-permeabile sintetice cu conținut de material argilos au fost supuse unor teste de curgere care au constat din etapele.

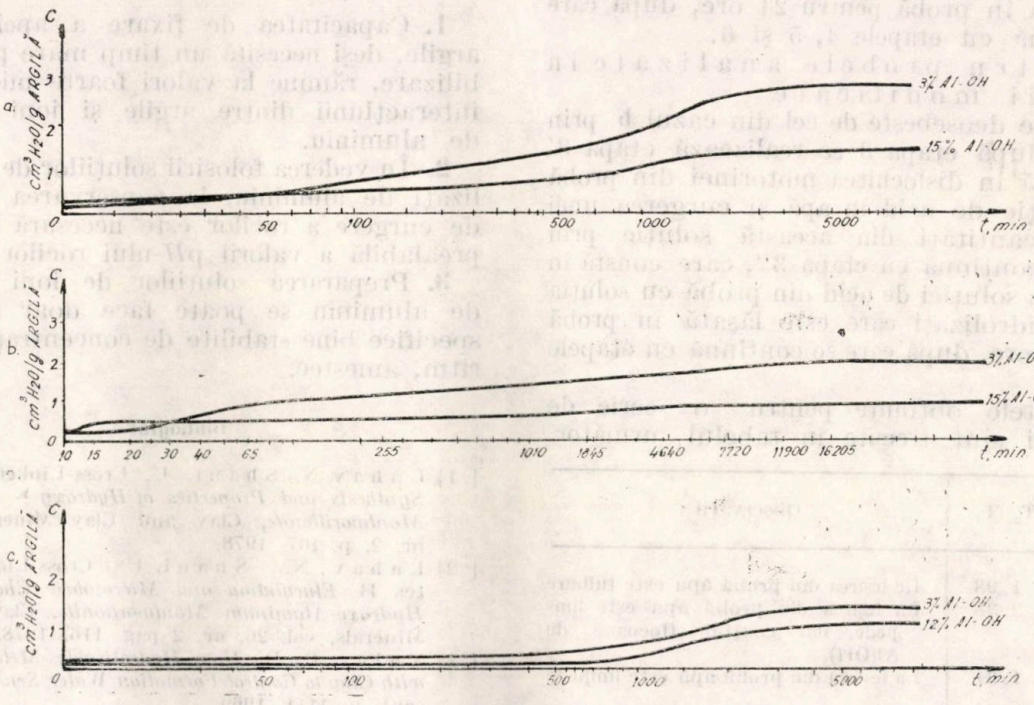


Fig. 4. *a* — Cantitatea de apă fixată de bentonita de la Valea Chioarului din soluții de ioni hidrolizați funcție de timpul de contact; *b* — Cantitatea de apă fixată de argila de Suncuiuș din soluții de ioni hidrolizați funcție de timpul de contact; *C* — cantitatea de apă fixată de caolinitul de Aghireș din soluția de ioni hidrolizați funcție de timpul de contact

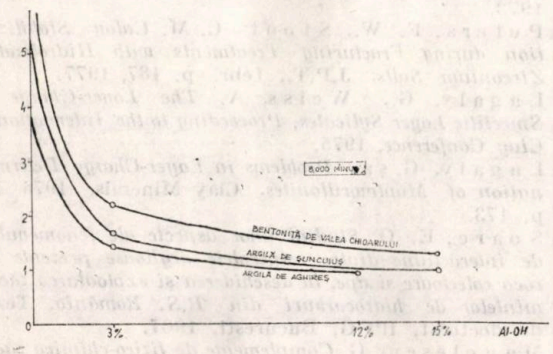


Fig. 5. Cantitatea de apă fixată de argile funcție de concentrația de soluției alumini hidrolizat

Influențarea capacității de curgere a unui mediu poros-permeabil cu conținut de material argilos

Observînd că modificarea bruscă a p*H*-ului soluției ducea la apariția flocoanelor de $Al(OH)_3$ și ținînd cont că există o diferență mare între valorile p*H*-ului soluției (4—5) și al rocilor în condiții de zăcămînt, circa 7 [10], am căutat să verificăm, în principiu, compatibilitatea

a. Pentru probele martor

- Saturarea probei cu soluție de NaCl și lăsarea soluției în probă pentru 24 ore.
- Inițierea curgerii soluției prin probă la o anumită diferență de presiune care se păstra constantă și măsurarea timpului de curgere a unei cantități impuse de soluție pînă cînd curgerea se stabiliza.
- Se relua etapa 2 cu motorină care dezlocuia soluția din probă, iar timpul de curgere a unei anumite cantități de motorină (cînd curgerea era stabilizată) se nota cu T_1.
- Dezlocuirea motorinei cu apă dulce care se lăsa în probă pentru 24 ore.
- Se relua etapa 2 de data aceasta cu apă dulce.
- Se relua etapa 3 (cu motorină) și se măsura timpul T_2.
- Se relua etapa 3 (cu motorină) și se măsura timpul T_2.

Raportul $T_2 : T_1$ exprimă gradul de depreciere a curgerii hidrocarburilor prin probă în urma blocajului provocat de apa dulce.

Cu cît valoarea raportului este mai mare, cu atît mai mare este blocajul survenit.

b. Pentru probele analizate în condiţii normale

Testul constă în aceleaşi etape ca în cazul **a** cu deosebire că după etapa 3 se realizează etapa 3′ ce constă în dezlocuirea motorinei cu soluţia de ioni hidrolizaţi de aluminiu care este lăsată în probă pentru 24 ore, după care se continuă cu etapele 4, 5 şi 6.

c. Pentru probele analizate în condiţii modificate

Testul se deosebeşte de cel din cazul **b** prin aceea că după etapa 3 se realizează etapa 3′ care constă în dislocuirea motorinei din probă cu o soluţie de acid în apă şi curgerea unei anumite cantităţi din această soluţie prin probă se continuă cu etapa 3″, care constă în dislocuirea soluţiei de acid din probă cu soluţia de ioni hidrolizaţi care este lăsată în probă pentru 24 ore, după care se continuă cu etapele 4,5 şi 6.

Rezultatele obţinute pentru o serie de măsurători sînt trecute în tabelul următor.

Test realizat	$T_2:T_1$	Observaţii
a	1,98	Le ieşirea din probă apa este tulbure
b	2,38	La ieşirea din probă apa este limpede, dar conţine flocoane de $Al(OH)_3$
c	1,31	La ieşirea din probă apa este limpede

Rezultatele reprezentate în tabel ne sugerează că evacuarea unei părţi din argila dispersată din probele martor (testul **a**) a dus în final la o valoare relativ mică pentru raportul $T_2:T_1$.

În cazul **b** valoarea raportului $T_2:T_1$ este destul de mare, fapt ce denotă un blocaj serios. Cum apa care iese din probă este limpede (nu conţine argilă dispersată, ceea ce denotă o bună stabilizare a argilelor), atribuim blocajul podirilor pe care le provoacă flocoanele de hidroxid de aluminiu în principal şi parţial fracţiei argiloase nestabilizate.

În cazul **c** valoarea raportului $T_2:T_1$ indică un blocaj mic datorat probabil podirilor provocate de fracţia argiloasă încă nestabilizată; apa limpede ce iese din probe indică o bună stabilizare a acestora provocată de ionii hidrolizaţi de aluminiu.

Deci, diferenţa mare dintre valorile p*H*-ului probelor şi al soluţiilor duce la modificări fizico-chimice în soluţiile de ioni hidrolizaţi ce pot duce la efecte nedorite din punctul de vedere al capacităţii de curgere a fluidelor prin probe.

Concluzii

1. Capacitatea de fixare a apei de către argile, deşi necesită un timp mare pînă la stabilizare, rămîne la valori foarte mici în urma interacţiunii dintre argile şi ioni hidrolizaţi de aluminiu.

2. În vederea folosirii soluţiilor de ioni hidrolizaţi de aluminiu, la conservarea capacităţii de curgere a rocilor este necesară micşorarea prealabilă a valorii p*H*-ului rocilor.

3. Prepararea soluţiilor de ioni hidrolizaţi de aluminiu se poate face doar în condiţii specifice bine stabilite de concentraţii, agitare, ritm, amestec.

Bibliografie

[1] Lahav, N., Shani, U. Cross-Linked Smectites I. *Synthesis and Properties of Hydroxy — Aluminium — Montmorillonite*, Clay and Clay Minerals, vol. 26, nr. 2, p. 107, 1978.

[2] Lahav, N., Shani, U. Cross-Linked Smectites II. *Elucidation and Microfabric Characteristics of Hydroxy-Aluminum Montmorllonite*, Clays and Clay-Minerals, vol. 26, nr. 2 pag. 116, 1978.

[3] Valey, C. D. *How Hydrolisable Metal Ions React with Clay to Control Formation Water Sensitivity* J.P.P., sept. p. 1111, 1969.

[4] Reed, M. G. *Stabilization of Formation Clays with Hydroxy-Aluminum solution* J.P.T., July p. 860, 1972.

[5] Coppel, C. P. ş.a. *Field Results from Wells Treated with Hydroxy-Aluminum.* J.P.T., sept. p. 1108, 1973.

[6] Peters, F. W., Stout C. M. *Calay Stabilization during Fracturing Treatments with Hidrolisable Zirconium Salts.* J.P.T., febr. p. 187, 1977.

[7] Lagaly, G., Weiss, A. *The Layer-Charge of Smectitic Layer Sylicates, Proceeding to the International Clay Conference*, 1975.

[8] Lagaly, G. ş.a. *Problems in Layer-Charge Determination of Montmorillonites.* Clay Minerals, 1976 II, p. 173.

[9] Soare, E. O. *Studiul unor aspecte ale fenomenului de interacţiune dintre mineralele argiloase prezente în roca colectoare şi ape, la deschiderea şi exploatarea zăcămintelor de hidrocarburi din R.S. România*, Teză de doctorat, IPGG, Bucureşti, 1967.

[10] Manolescu, G. *Complemente de fizico-chimica zăcămintelor de hidrocarburi*, Ploieşti, 1977.

[11] Gheorghiţoiu, M. *Contribuţii la cunoaşterea influenţei unor factori mineralogo-petrografici particulari, asupra proceselor de blocare a productivităţii stratelor şi asupra tratamentelor pentru combaterea acestora*, Teză de doctorat, I.P.G. Ploieşti, 1983.

Revista MINE, PETROL şi GAZE este editată de Oficiul de informare documentară pentru industria minieră, Bucureşti, Calea Victoriei 220, sector I, cod 71 104, C.P. 22—146, telefon 59.29.75.

Tiparul: Intreprinderea poligrafică „Informaţia", str. Brezoianu nr. 22, Bucureşti. cda. 1349

Preţul: 13 lei/exemplar

cda. 1349

43 103

MINISTERUL MINELOR

INSTITUTUL DE CERCETARI INGINERIE TEHNOLOGICA SI PROIECTARI PENTRU MINEREURI NEFEROASE BAIA MARE

ICPMN

ICPMN

EXECUTĂ ŞI OFERĂ BENEFICIARILOR INTERNI SI EXTERNI:

Lucrări de cercetare şi documentetii tehnico-economice de proiectare în domeniul extracţiei şi prelucrării zăcămintelor de minereuri neferoase şi auro-argentifere pentru:

• sisteme şi metode de exploatare, săpare, susţinere, perforare şi împuşcare a lucrărilor miniere, inclusiv studii de mecanica rocilor şi dirijarea presiunilor miniere. • stabilirea gradului de prăfuire şi combaterea prafului, de microclimat în subteran şi uzine de preparare, inclusiv studii de medicină minieră pentru prevenirea şi combaterea îmbolnăvirii profesionale • tehnologii de preparare a substanţelor minerale utile şi de prelucrare prin procedee neconvenţionale a minereurilor şi produselor polimetalice sărace sau reziduale în condiţii de laborator, micropilot, pilot, semiindustrial şi industrial • sinteze şi experimentări de noi reactivi pentru prelucrare prin flotaţie şi procedee neconvenţionale a substanţelor minerale utile • documentaţii pentru utilaje, mecanizare şi automatizare a proceselor tehnologice din subteran şi uzine de preparare • protecţia mediului înconjurător, depoluarea apelor de mină şi reziduale de la uzinele de preparare • analize economice, optimizări ale proceselor de producţie, organizarea ştiinţifică a producţiei şi a muncii, ergonomie şi psihosociologia muncii, prognoze ale dezvoltării ştiinţei şi tehnicii în domeniul extracţiei şi prelucrării minereurilor neferoase • documentaţii tehnico-economice de investiţii pentru obiective miniere şi de preparare.

ACORDĂ ASISTENŢĂ TEHNICĂ pentru îmbunătăţirea fluxurilor tehnologice, modernizarea instalaţiilor în subteran şi uzine de preparare, valorificarea în producţie a cercetărilor încheiate şi la punerea în funcţiune a obiectivelor economice proiectate în cadrul institutului.

MAI EXECUTĂ ŞI OFERĂ:

• analize chimice şi fizice prin metode spectrale, fotometrice ş.a., analize şi studii mineralogice, analize de uleiuri şi reactivi • lucrări cu izotopi radioactivi • prototipuri de mică serie şi unicate ale unor utilaje şi aparate pentru minerit şi preparare.

I.C.I.T.P.M.N. BAIA MARE, str. dr. Victor Babeş nr. 62
Telefon: 30412, 31171, 30818, cod 775174, jud. Maramureş, ROMANIA

INSTALAȚII DE FORAJ

1985 AUG 3 R

productivitate mare

precizie în foraj

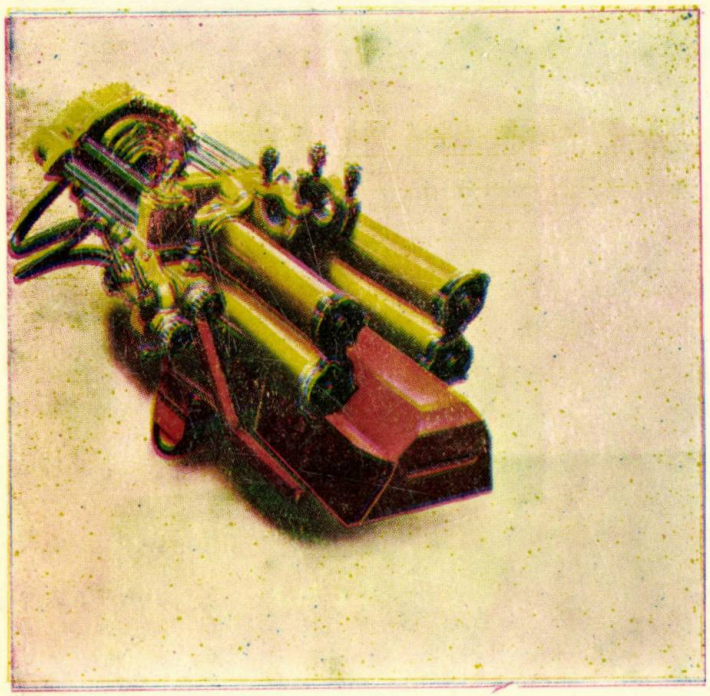
durată mare de exploatare

FOREZA NKR–100 M

— pentru forarea găurilor de mină în orice direcție, în roci de orice tărie;
— pentru extracția în subteran a minereurilor, cu tăierea masei prin găuri de mină adînci, în felii verticale sau orizontale;
— diametrul găurii: 105 mm; adîncimea 50 m.

FOREZA BGA-2 CU AVANSARE HIDRAULICĂ

— pentru forarea rostogolurilor în cărbune, a găurilor de mină pentru evacuarea apelor, pentru aeraj și a altor găuri de mină în cărbune cu tărie diferită;
— pentru forarea găurilor de mină cu sfredele cu diametrul pînă la 97 mm, cu lărgirea lor ulterioară pînă la 390 sau 550 mm;
— forarea găurilor de mină cu lungimea de 60 sau 100 m, în tronsoane egale cu lungimea tijelor de 0,6 m.



CARUCIORUL DE FORAJ AUTOPROPULSAT TIP SBKN–2M PE ȘINE

— pentru perforarea găurilor de mină cu diametrul de 40—52 mm, cu adîncimea de 2,5 m, prin procedeu rotativ-percutant;
— pentru săparea lucrărilor miniere orizontale cu o secțiune de 6—13 m².

INSTALAȚIE DE SĂPARE "STRELA–77"

— pentru săparea lucrărilor miniere în fund de sac, de jos în sus, cu o înclinare de 40—90°, cu un diametru de 1000 mm și o lungime pînă la 100 m, în roci cu coeficient de tărie pînă la 10;
— este prevăzută cu dispozitiv pentru forare dirijată;
— se livrează cu dispozitiv cu acționare electrică sau pneumatică.

MACHINOEXPORT

USSR MOSCOW 117330 ✉ MOSCOW V-330 MACHINOEXPORT

☎ 147 15 42 143 84 88 ✉ 411207 411242 MCHEX SU

E 1145

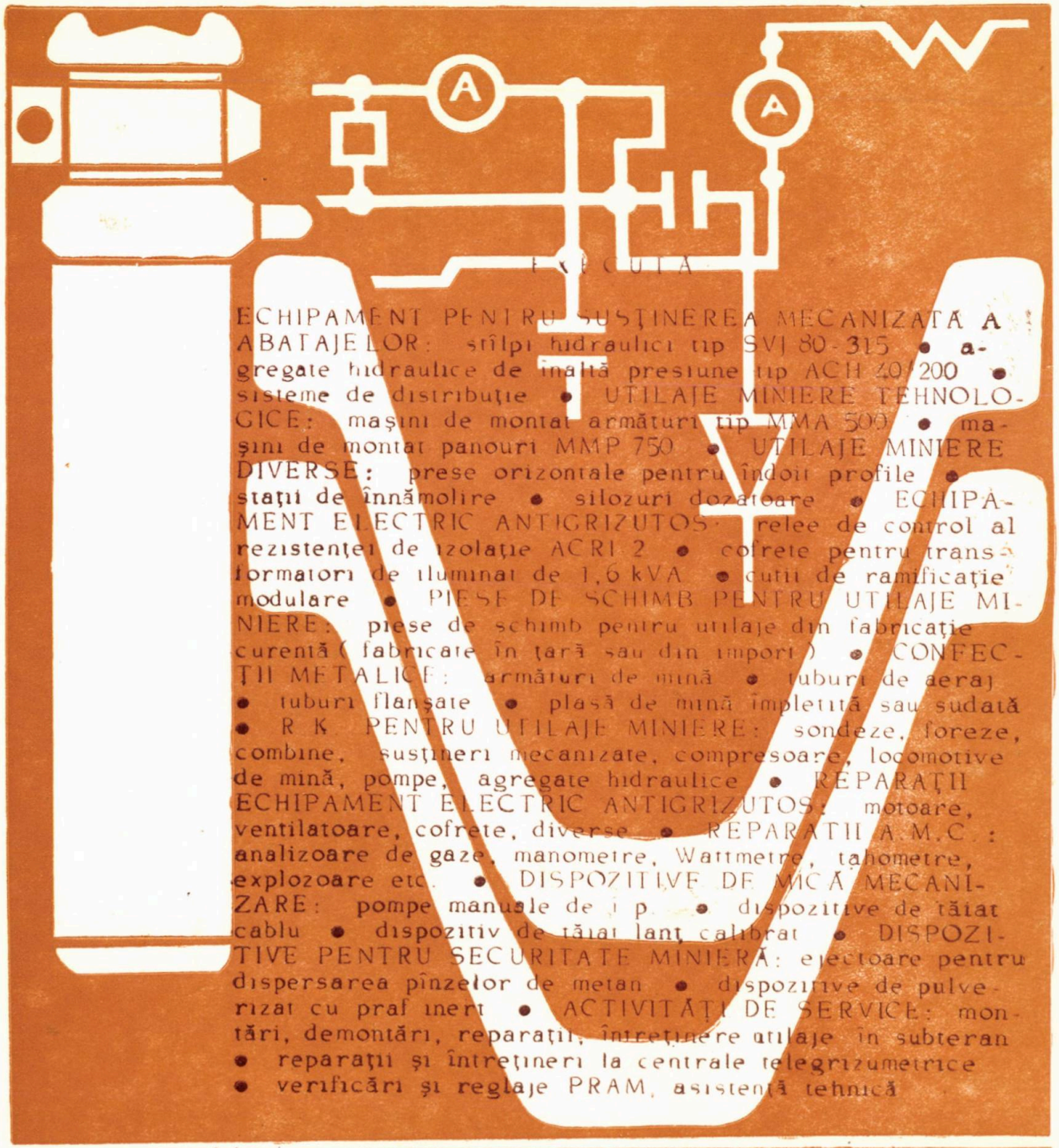
MINE
PETROL
GAZE

BUCUREȘTI - ROMÂNIA * Vol. 36, august 1985

8

MINISTERUL MINELOR - COMBINATUL MINIER VALEA JIULUI

ÎNTREPRINDEREA DE PIESE DE SCHIMB REPARAȚII UTILAJE ȘI ECHIPAMENTE ELECTROTEHNICE MINIERE PETROȘANI



EXECUTĂ

ECHIPAMENT PENTRU SUSȚINEREA MECANIZATĂ A ABATAJELOR: stîlpi hidraulici tip SVJ 80-315 • agregate hidraulice de înaltă presiune tip ACH 40/200 • sisteme de distribuție • UTILAJE MINIERE TEHNOLOGICE: mașini de montat armături tip MMA 500 • mașini de montat panouri MMP 750 • UTILAJE MINIERE DIVERSE: prese orizontale pentru îndoit profile • stații de înnămolire • silozuri dozatoare • ECHIPAMENT ELECTRIC ANTIGRIZUTOS: relee de control al rezistenței de izolație ACRI 2 • cofrete pentru transformatori de iluminat de 1,6 kVA • cutii de ramificație modulare • PIESE DE SCHIMB PENTRU UTILAJE MINIERE: piese de schimb pentru utilaje din fabricație curentă (fabricate în țară sau din import) • CONFECȚII METALICE: armături de mină • tuburi de aeraj • tuburi flanșate • plasă de mină împletită sau sudată • R K PENTRU UTILAJE MINIERE: sondeze, foreze, combine, susțineri mecanizate, compresoare, locomotive de mină, pompe, agregate hidraulice • REPARAȚII ECHIPAMENT ELECTRIC ANTIGRIZUTOS: motoare, ventilatoare, cofrete, diverse • REPARAȚII A.M.C.: analizoare de gaze, manometre, Wattmetre, tahometre, explozoare etc. • DISPOZITIVE DE MICĂ MECANIZARE: pompe manuale de ... p • dispozitive de tăiat cablu • dispozitiv de tăiat lanț calibrat • DISPOZITIVE PENTRU SECURITATE MINIERĂ: electoare pentru dispersarea pînzelor de metan • dispozitive de pulverizat cu praf inert • ACTIVITĂȚI DE SERVICE: montări, demontări, reparații, întreținere utilaje în subteran • reparații și întreținere la centrale telegrizumetrice • verificări și reglaje PRAM, asistență tehnică

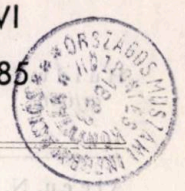
adresa: Str. Lunca nr. 115 PETROȘANI
Tel. 44902, 43962, 44462 interior 120
CONT 30.12.7.14.01 B.N. Petrosani Telex 032814

MINE, PETROL ŞI GAZE

ANUL XXXVI

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR ŞI MINISTERULUI PETROLULUI

Nr. 8 1985



CUPRINS

* * * **Preţuire muncii pline de dăruire şi abnegaţie** 373

Huidu, E. **Bazinul carbonifer Rovinari la împlinirea a trei decenii de activitate** 374

Alecu, N. **Realizări şi perspective în bazinul carbonifer Motru-Jilţ — creaţie a politicii Partidului Comunist Român de industrializare socialistă a ţării** 379

Costescu, I. **Dezvoltarea activităţii de extracţie şi de valorificare a rezervelor de huilă în cadrul Combinatului minier Valea Jiului** 383

Condrache, D. **Realizăm exemplar cincinalul *1981—1985* şi pregătim cu grijă cincinalul *1986—1990*** 385

Lăpuşcă, A. **Creşterea producţiei de cupru şi valorificarea zăcămintelor cu conţinut scăzut de metale — sarcini prioritare pentru Centrala minereurilor Deva** 386

Dicu, N. **Producţii tot mai mari de minereuri neferoase extrase şi prelucrate în unităţile Centralei minereurilor Baia Mare** 388

Smărăndescu, C. **Realizări şi perspective în domeniul substanţelor nemetalifere** 391

Fodor, D., Georgescu, M., Voin, V., Boyte, A. **Probleme actuale privind derocarea în cariere cu explozivi amplasaţi în găuri de sondă** 393

Ulmanu, V., Raşeev, D. **Cercetări privind rezistenţa la oboseală a elementelor garniturii de foraj** 401

Truică, V. **Cercetări cu privire la perioada de erupţie naturală a sondelor de ţiţei** 410

Ionel, A. **Exploatarea optimă a sondelor cu aflux scăzut** 413

Cristescu, C. **Stabilitatea cricurilor hidraulice şi mecanice utilizate în instalaţiile de foraj şi intervenţie transportabile** 416

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. **VASILE SCRIPĂŢ**, *preşedinte*; dr. ing. **GHEORGHE ALDEA**; ing. **ŞTEFAN BENEA**; dr. geol. **IOSIF BERCIA**; ing. **TEODOR BORU**; dr. ing. **GHEORGHE DONŢOV DANU**; dr. ing. **IANCU GEANGĂLĂ**; dr. ing. **FLOREA NEAGU**; ing. **NICOLAE PANTILIE**; **ELENA VRĂNCEANU**, *redactor*.

REZUMATE

* * * *Preţuire muncii pline de dăruire şi abnegaţie*

Huidu, E. *Bazinul carbonifer Rovinari la împlinirea a trei decenii de activitate*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

Alecu, N. *Realizări şi perspective în bazinul carbonifer Motru-Jilţ — creaţie a politicii Partidului Comunist Român de industrializare socialistă a ţării*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

Costescu, I. *Dezvoltarea activităţii de extracţie şi de valorificare a rezervelor de huilă în cadrul Combinatului minier Valea Jiului*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

Condrache, D. *Realizăm exemplar cincinalul 1981—1985 şi pregătim cu grijă cincinalul 1986—1990*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

Lăpuşcă, A. *Creşterea producţiei de cupru şi valorificarea zăcămintelor cu conţinut scăzut de metale — sarcini prioritare pentru Centrala minereurilor Deva*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

Dicu, N. *Producţii tot mai mari de minereuri neferoase extrase şi prelucrate în unităţile Centralei minereurilor Baia Mare*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

Smărăndescu, C. *Realizări şi perspective în domeniul substanţelor nemetalifere*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

C.Z. 622.271.3 :622.235.4

Fodor, D., Rotunjanu, I., Georgescu, M., Voin, V., Boyte, A. *Probleme actuale privind derocarea în cariere cu explozivi amplasaţi în găuri de sondă*

Se prezintă importanţa extragerii cu găuri de sondă în exploatările la zi şi se face optimizarea parametrilor de forare-împuşcare, luîndu-se drept criteriu cheltuielile minime. Pe baza datelor obţinute pe calculator se redau cîteva corelaţii ale acestor parametri

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

C.Z. 622.24.053 :620.17

Ulmanu, V., Raşeev, D. *Cercetări privind rezistenţa la oboseală a elementelor garniturii de foraj*

Sînt redate rezultatele cercetărilor asupra prăjinilor de foraj şi îmbinărilor filetate uzuale (sub aspect metalurgic), a caracteristicilor mecanice şi a comportării la oboseală, pe epruvete şi pe piese reale, cercetări care oferă noi criterii de apreciere a rezistenţei la oboseală a ansamblului prăjină de foraj-racord special.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

C.Z. 622.323 :622.276

Truică, V. *Consideraţii cu privire la perioada de erupţie naturală a sondelor de ţiţei*

Este prezentat un studiu al variaţiei în timp a presiunii de zăcămînt, măsurată de-a lungul perioadei de erupţie naturală, la mai multe zăcăminte exploatate în regim de gaze dizolvate, la care s-a dispus de un număr suficient de mare de măsurători de presiune de zăcămînt, uniform repartizate în timpul exploatării.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

C.Z. 622.276 :622.323

Ionel, A. *Exploatarea optimă a sondelor cu aflux scăzut*

Autorul prezintă o nouă teorie a pompajului periodic şi determină o relaţie care leagă toţi parametrii de influenţă a acestui pompaj, întîlnit în practica de şantier sub denumirea de pompaj de pauză. Cu ajutorul teoriei pompajului periodic se arată posibilităţile practice de optimizare a exploatării sondelor cu aflux scăzut după criteriul debitului maxim. Se propune fabricarea în ţară a unui utilaj de fund şi de suprafaţă, cu care să se obţină elemente de pompaj cît mai mici.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

C.Z. 622.24.053 :622.243.92

Cristescu, C. *Stabilitatea cricurilor hidraulice şi mecanice utilizate în instalaţiile de foraj şi intervenţie transportabile*

Se analizează posibilitatea pierderii stabilităţii cricurilor hidraulice şi mecanice folosite în instalaţiile de foraj şi intervenţie transportabile şi se elaborează relaţii de calcul pentru verificarea stabilităţii acestora. De asemenea, se prezintă şi programe de calcul realizate pe baza relaţiilor deduse în lucrare.

Mine, Petrol şi Gaze, vol 36, nr. 8, 1985

CONTENTS

Huidu, E. *The coal field Rovinari at 3 decades of mining activity*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

Alecu, N. *Achievements and outlooks in the coal field Motru-Jilţ — creation of the socialist industrialization policy of of the Romanian Communist Party*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

Costescu, I. *Development of the mining and turning to account of the hardcoal reserves within the Mining Complex Valea Jiului (Jiul Valley)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

Condrache, D. *Fulfillment of the 1981—1985 Five Year Plan and preparations for the 1986—1990 Five Year Plan*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

Lăpuşcă, A. *Cooper production increase and turning to account of the low grade ore deposits — priorities at the Ores Central Deva*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

Dicu, N. *Increased productions of non-ferrous ores mined and processed in the enterprises of the Ores Central Baia Mare*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

Smărăndescu, C. *Achievements and outlooks at the Central for Salt and Non-Metallic Minerals in the 1981—1985 Five Year Plan*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

C.Z. 622.271.3 :622.235.4

Fodor, D. et al. *Problems regarding the open pit mining today by means of explosives located in boreholes*

The importance of borehole mining in open pits is presented and the optimization of the drilling — blasting parameters is achieved by using as criterion the lowest expenses. On the basis of the data obtained on a computer a few correlations between these parameters are presented.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

C.Z. 622.24.053 :620.17

Ulmanu, V., Raşeev, D. *Investigations regarding the fatigue endurance of the drilling string elements*

Investigations were carried out regarding the drilling rods and the usual threaded joints (from a metallurgical point of view) and the mechanical characteristic, as well as the fatigue behaviour on samples and actual parts were presented. These investigations offer new criteria for the evaluation of the fatigue endurance of the assembly : drilling rod — special joint.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

C.Z. 622.323 :622.276

Truică, V. *Considerations regarding the period of natural flow of the oil wells*

A study is presented regarding the time variation of the reservoir pressure, measured during the natural flow period, at several reservoirs with dissolved gas drive, at which sufficient reservoir pressure measurements, uniformly distributed during exploitation, were carried out.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

C.Z. 622.276 :622.323

Ionel, A. *Optimized exploitation of the low inflow wells*

The authors present a new theory of the periodical pumping and find a relation between all the parameters influencing this type of pumping, known in the field practice under the name of „break pumping". With the help of the periodical pumping theory the practical possibilities of the low inflow well optimization is presented, based upon the maximal flow rate criterion. It is suggested that bottom and surface equipments are manufactured in our country in order to obtain with their help as low as possible pumping elements.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

C.Z. 622.24.053 :622.243.92

Cristescu, C. *Stability of the hydraulic and mechanical jacks used in the mobile drilling and intervention rigs*

The author studies the possibility of stability failure of the hydraulic and mechanical jacks used in the mobile drilling and intervention rigs and works out calculation relations to check out their stability. Also calculation programs achieved on the basis of the relations established in the work are presentend.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

СОДЕРЖАНИЕ

Гуйду, Е. *Угольный бассейн Ровинарь на третьем десятилетии деятельности*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

Алеку, Н. *Достижения и перспективы в угольном бассейне Мотру-Жилц — творчество политики Румынской Коммунистической Партии для социалистической индустриализации страны*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

Костеску, И. *Развитие разработки и рационального использования запасов каменных углей в угольном бассейне Валя Жиулуй.*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

Кондраке, Д. *Экземплярно выполняем пятилетие 1981—1985 и осторожно подготовим пятилетие 1986—1990 гг*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

Лэпушкэ, А. *Прирост медного производства и использование месторождений с низким содержанием металлов — приоритетные задачи для Объединения руд Дева*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

Дику, Н. *Всё высокие производства неметаллических руд, добываемых и перерабатываемых в предприятиях Объединения руд Бая Маре*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

Смарэндеску, К. *Достижения и перспективы Объединения соли и нетметаллических в пятилетие 1981 — 1985 гг.*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

C.Z. 622.271.3: 622.235.4

Фодор, Д., Ротунжану, И., Джорджеску, М., Войн, В., Бойте, А. *Современные вопросы о выемке пород в карьерах, входом взрывных веществ в скважины*

Показана возможность добычи скважинами в карьерах и предъявлена оптимизация буровзрывных пара-

метров, имея критерием минимальные затраты. На основе полученных данных на ЭВМ описаны несколько зависимостей этих параметров.

Ключевые слова: выемка пород, карьер, взрывные вещества, скважины, параметры, оптимизация, ЭВМ.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

C.Z. 622.24.053: 620.17

Улману, В., Рашеев, Д. *Исследования усталостной выносливости элементов бурового става*

Показаны результаты исследования буровых штанг и резьбовых соединений (под металлургическим видом), механических характеристик и поведения при усталости, на образцах и действительных деталях, исследования которых дают новые критерии оценки усталостной выносливости бурового става-специального замка.

Ключевые слова: исследования, усталостная выносливость, буровой став, результаты, критерии оценки.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

C.Z. 622.323.622.276

Труйкэ, В. *Соображения о периоде натурального извержения нефтяных скважин*

Предъявляется анализ временного изменения давления месторождения, измерённого во время натурального извержения на многих месторождениях, эксплуатируемых в режиме с растворенными газами, имев необходимое количество измерений давлений в месторождениях, равномерно распределенных во время эксплуатации.

Ключевые слова: натуральное извержение, давление месторождения, растворенные газы, измерение.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

C.Z. 622.276: 622.323

Йонел, А. *Оптимальная эксплуатация скважин с низким притоком нефти*

Авторы представляют новую теорию периодического нагнетания и определяют отношение, которое связывает все параметры, влияющие на это нагнетание, используемое в практике под названием нагнетания перерыва. С помощью теории периодического нагнетания показаны практические возможности оптимальной эксплуатации скважин низким притоком по критерию максимальной производительности. Предлагается изготовление в нашей стране этого наземного и глубинного оборудования.

Ключевые слова: скважина, низкий приток, оптимальная эксплуатация, максимальная производительность, наземное и глубинное оборудование.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

C.Z. 622.24.053: 622.243.92

Кристеску, К. *Устойчивость гидро- и механических домкратов, используемых на переходных буровых и аврийных установках*

Изучена возможность потери устойчивости гидро- и механических домкратов, используемых на буровых и аврийных установках и описаны расчётные отношения для проверки их устойчивости, тоже описаны расчётные программы на основе полученных отношений.

Ключевые слова: устойчивость, гидро- и механические домкраты, буровые и аврийные установки, проверка, расчётные отношения.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

INHALT

Huidu, E. *Das Kohlenrevier Rovinari nach 3 Jahrzehnten von Bergbautatigkeit*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

Alecu, N. *Ergebnisse und Perspektiven in dem Kohlenre vier Motru-Jilț — schöpfung der sozialistischen Industrialisierungspolitik der Rumanischen Kommunistischen Partei*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

Costescu, I. *Entwicklung der Gewinnungs — und Auswertungstätigkeit der Steinkohlenreserven im Rahmen des Bergbaukombinats Valea Jiului (Jiul Tal)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

Condrache, D. *Erfolgsreiche Erfüllung des 5—jährigen Plans und sorgfältige Vorbereitung des 1986—1990 5—jährigen Plans*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

Lăpuşcă, A. *Erhöhung der Kupferproduktion und Auswertung der niederhaltigen Erhzlagerstätten im Rahmen der Erzenzentralle Deva als Prioritäten*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

Dicu, N. *Erhöhte Produktion von im Rahmen der Unternehmen der Erzenzentralle Baia Mare abgebauten und aufbereiteten nicht-eisenen Erzen*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

Smărăndescu, C. *Ergebnisse und Perspektiven der Zentralle für Salz und nicht-metallischen Mineralien in dem 1981—1985 5-jährigen Plan*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

C.Z. 622.271.3 :622.235.4

Fodor, D. et al. *Aktuelle Probleme des Einbruchs in Tagebauen mit Hilfe der in Bohrlöchern eingesetzten Sprengmittel*

Vorgestellt wird die Wichtigkeit der Bohrlocheinbröche in den Tagebauen und die Optimierung der Bohr—und Sprengparameter wobei die niedrigsten Angaben als Kriterium angenommen werden. Auf Grundlage der auf dem Rechner erhaltenen Angaben werden eininge Korrelationen festgelegt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

C. Z. 622.24.053 :620.17

Ulmanu, V., Raşeev, D. *Untersuchungen über die Ermüdungsfestigkeit der Bohrsäulenelemente.*

Vorgestellt werden die Ergebnisse der Untersuchungen über die Bohrsäule und die üblichen Gewindenverbindungen, aus einem metallurgischen Standpunkt, die mechanischen Charakteristiken und das Ermüdungsverhalten, auf Proben und tatsächlichen Teilen. Diese Untersuchungen bieten neue Beurteilungskriterien der Ermüdungsfestigkeit der Einheit Bohrstange — Spezialverbindung, an.

Mine, Petrol şi Gaze, vol 36, nr. 8, 1985

C. Z. 622.323 :622.276

Truică, V. *Betrachtungen betreffend die Zeit des natürlichen Ausbruchs bei den Ölbohrungen*

Vorgestellt wird eine Untersuchung der Zeitschwankung des Lagerstättendrucks, bemessen über die Zeit des natürlichen Ausbruchs, an mehreren, Gasentlösungstrieb gewonhenen Lagerstätten, an welchen eine ausreichende Anzahvon gleichmässig auf der Gewinnungszeit aufgeteilten Lagerstättendrucksmessungen durchgeführt wurden.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

C. Z. 622.276 :622.323

Ionel, A. *Optimale Förderung der Bohrungen mit niedrigen Zufluss*

Die Verfasser stellen eine neue Theorie des periodischen Pumpens vor, und ermitteln eine Beziehung welche die sänit-

lichen Einflussparameter des im Feldpraxis, unter den Namen Pausenpumpen bekannten Verfahrens, verbindet. Mit Hilfe der Theorie des periodichen Pumpens werden die praktischen Möglichkeiten der Förderungsoptimierung bei den Bohrungen mit niedrigem Zufluss, nach dem Kriterium der maximalen Durchflussmenge gezeigt. Vorgeschlagen wird die inlandische Herstellung einer Boden — und einer übertägigen Ausrüstung, mit Hilfe welcher möglichst niedrige Pumpenelemente erreicht werden können.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

C. Z. 622.24.053 :622.243.92

Cristescu, C. *Stabilität der in den fahrbaren Bohr — und Eingriffsanlagen angewendeten hydraulischen und mechanischen Hebewinden*

Überprüft wird die Möglichkeit der Stabilitätsverlusste der in den fahrbaren Bohr — und Eingriffsanlagen angewedeten hydraulischen und mechanischen Hebewinden und Berechnungsbeziehungen für die Prüfung deren Stabilität werden festgelegt. Gleichzeitig werden auch die auf Grundlage der in der Arbeit ermittelten Beziehungen erarbeiteten Rechensprogramme vorgestellt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

SOMMAIRE

Huidu, E. *Le bassin carbonifère Rovinari à l'accomplissement de 3 décennies d'activité*
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

Alecu, N. *Réalisations et perspectives dans le bassin carbonifère Motru-Jilţ — création de la politique du Parti Communiste Roumain d'industrialisation socialiste du pays*
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

Costescu, I. *Le developpement de l'activité d'extraction et de valorisation des réserves de houille au Combinat minier Valea Jiului*
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

Condrache, D. *Nous réalisons de façon exemplaire le quinquennat 1981—1985 et nous préparons soigneusement le quinquennat 1986—1990*
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

Lăpuşcă, A. *L'accroissement de la production de cuivre et la valorisation des gisements à teneur réduite de métal — tâches prioritaires pour la Centrale des minerais Deva*
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

Dicu, N. *Productions de plus en plus grandes de minerais non ferreux extraites et préparés dans les unités de la Centrale des minerais Baia Mare*
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

Smărăndescu, C. *Réalisations et perspectives de la Cetrale du sel et des substances non métallifères pendant le quinquennat 1981—1985*
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 193

C. Z. 622.271.3 :622.235.4

Fodor, D. et. al. *Problèmes actuels concernant le dérochage dans les carrières à l'aide des explosifs emplacés dans les trous de forage*

On présente l'importance de l'exploitation à l'aide des trous de forage dans les exploitations à ciel ouvert et on fait l'optimisation des paramètres de perçage et de tir, en prenant comme critère les dépenses minimes. En base des donnés obtenues sur le calculateur on présente quelques corrélations de ces paramètres.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

C. Z. 622.24.053 :620.17

Ulmanu, V., Raşeev, D. *Recherches concernant la résistance à la fatique des éléments du chapelet d'outils*

On présente les résultats des recherches sur les tiges de sonde et les assemblages à filet usuels (sous aspect métallurgique), des caractéristiques mécaniques et du comportement à la fatigue, recherches éffectuées à l'aide des éprouvettes et des pièces réelles et qui offrent de nouveaux critères d'appréciation de la résistance à la fatigue de l'ensemble tige de sonde-raccord spéciel.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

C. Z. 622.323 :622.276

Truică, V. *Considérations sur la période d'eruption naturelle des puits de pétrole*

On présente un étude de la variation au cours du temps de la préssion du gisement mesurée pendant la periode d'éruption naturelle sur plusieurs gisements exploités en régime de gas dissous, pour lesquels on a disposé d'un nombre suffisant de mesurages de la pression du gisement, répartisés également pendant l'exploitation.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

C. Z. 622.276 :622.323

Ionel, A. *L'exploitation optimale des puits à afflux faible*

Les auteurs présentent une nouvelle théorie du pompage périodique et déterminent une relation qui relie tous les paramètres d'influence de ce pompage connu dans la pratique de chantier sous le nom de „pompage de pause". A l'aide de la théorie du pompage périodique on présente les possibilitées pratiques d'optimisation de l'exploitation des puits à afflux faible selon le critère du débit maximale. On propose la fabrication dans le pays d'un équipement de fond et de surface, à l'aide duquel on puisse obtenir des éléments de pompage aussi bas que possible

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

C. Z. 622.24.053 :622.243.92

Cristescu, C. *La stabilité des vérins hydrauliques et mécaniques utilisés dans les installations de forage et d'intervention transportables*

On analyse la possibilité de la perte de la stabilité des vérins hydrauliques et mécaniques utilisés dans les installations de forage et d'intervention transportables et on établie des relations de calcul pour la vérification de la stabilité de celles-ci. On présente aussi des programmes de calcul réalisés conformément aux relations déduites dans l'ouvrage.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

Revista MINE, PETROL şi GAZE este editată de Oficiul de informare documentară pentru industria minieră, Bucureşti, Calea Victoriei 220, sector I, cod. 71104, C.P. 22 — 146, telefon 59.29.75.
Tiparul : Întreprinderea poligrafică „Informaţia" str. Brezoianu nr. 23—25, Bucureşti c. 1421
Preţul : 13 lei/exemplar
Grafica : A. Socaciu

Prețuire muncii pline de dăruire și abnegație

Într-o atmosferă însuflețitoare, de puternică angajare muncitorească, revoluționară, cu hotărîrea fermă de a acționa neabătut pentru înfăptuirea exemplară a planului, în ziua de 19 iunie 1985, tovarășul **Nicolae Ceaușescu**, președintele Republicii Socialiste România, a înmînat titlul de Erou al Muncii Socialiste și ordine ale Republicii Socialiste România clasa I organizațiilor de partid, consiliilor populare județene, unităților din industrie, institutelor de cercetare științifică, inginerie tehnologică și de proiectare, unităților din construcții, agricultură și silvicultură, transporturi și telecomunicații, circulația mărfurilor, gospodărie comunală și prestări servicii, care au ocupat locul I în întrecerea socialistă pe anul 1984.

Cu aceeași ocazie, prin Decret prezidențial s-au conferit distincții ale Republicii Socialiste România unor organizații județene de partid, consilii populare, județene, unități economice și institute de cercetare și proiectare.

Ordinul Muncii clasa I, pentru locul I

— *Întreprinderii miniere Voivozi, județul Bihor*

— *Întreprinderii miniere Paroșeni, județul Hunedoara*

— *Exploatării miniere Băiuț, județul Maramureș*

— *Schelei de producție petrolieră Berca, județul Buzău*

Ordinul Muncii clasa a II-a, pentru locul II

— *Minei Filipești de Pădure, județul Prahova*

— *Exploatării miniere Vatra Dornei, județul Suceava*

— *Centralei sării și nemetaliferelor București*

— *Schelei de producție petrolieră Țicleni, județul Gorj*

— *Schelei de producție petrolieră Pecica, județul Arad*

— *Schelei de foraj Brăila, județul Giurgiu*

Ordinul Muncii clasa a III-a, pentru locul III

— *Întreprinderii miniere Comănești, județul Bacău*

— *Exploatării miniere Deva, județul Hunedoara*

— *Combinatului minier Ploiești, județul Prahova*

— *Întreprinderii de reparații și utilaj minier Tg. Jiu, județul Gorj*

— *Schelei de producție petrolieră Poieni, județul Teleorman*

— *Schelei de foraj Melinești, județul Dolj*

Ordinul Meritul Științific clasa I, pentru locul I

— *Institutului de cercetare științifică și inginerie tehnologică pentru minereuri neferoase Baia Mare, județul Maramureș*

Ordinul Muncii clasa I, pentru locul I

— *Institutul de cercetări inginerie tehnologică și de proiectare a lucrărilor de construcții și instalații pentru minereuri Deva, județul Hunedoara*

Conferirea acestor înalte ordine și titluri ale Republicii Socialiste România constituie o nouă și elocventă mărturie a prețuirii deosebite pe care partidul și statul nostru, personal tovarășul **Nicolae Ceaușescu**, o acordă muncii pline de abnegație și devotament a clasei muncitoare, hărniciei și spiritului de inițiativă cu care a acționat în cursul anului trecut pentru îndeplinirea ritmică și la un nivel calitativ superior a sarcinilor de plan, pentru creșterea eficienței întregii activități. Totodată, acordarea înaltelor distincții constituie un puternic imbold pentru o activitate mai susținută și mai intensă în acest ultim an al actualului cincinal, în vederea dezvoltării continue a patriei noastre, sporirii avuției naționale, a nivelului de civilizație și bunăstare a poporului nostru.

Bazinul carbonifer Rovinari la împlinirea a trei decenii de activitate

Ing. E. **Huidu**
director general C.M. Rovinari

Acum, cînd sărbătorim 41 de ani de la înfăptuirea revoluției de eliberare socială și națională, antifascistă și antiimperialistă, oamenii muncii din cadrul Combinatului minier Rovinari aniversează totodată și trei decenii de la începutul extracției organizate a lignitului în această zonă.

Bazinul minier Rovinari este situat la circa 20 km spre sud de reședința județului Gorj, municipiul Tg. Jiu, și cuprinde zona de luncă a rîului Jiu, precum și colinele adiacente, extinzîndu-se pînă în apropierea localității Turceni.

Zăcămintele de lignit și-au făcut cunoscută prezența înainte de primul război mondial, prin aflorimentele descoperite de ape în albia Jiului și a pîraielor adiacente care, de cele mai multe ori, au luat foc, fiind denumite de localnici „pămîntul care arde".

Lucrări de extracție cu totul sporadice s-au făcut în timpul primului război mondial, cantitatea totală extrasă fiind de circa 1 000 t. După război, în perioada 1924—1929, au fost extrase prin lucrări miniere subterane — cu metode primitive — 4 178 t de lignit de către „Societatea Anonimă Tehnica Minieră" cu frecvente întreruperi în activitate, datorită dificultăților în efectuarea transportului către gara din Tg. Jiu.

În anul 1929, anul marilor frămîntări politice și revoluționare ale minerilor pentru asigurarea dreptului la muncă și îmbunătățirea condițiilor de lucru în subteran, marcat și de luptele greviste de la Lupeni, societatea anonimă s-a desființat.

Înfăptuirea cu succes a revoluției de eliberare socială și națională, antifascistă și antiimperialistă și instaurarea regimului de democrație populară au creat noi premise de dezvoltare a mineritului, de deschidere și punere în valoare a unor zăcăminte necunoscute sau abandonate în trecut.

Extracția cărbunelui la Rovinari a fost reluată la scară locală în anul 1950, prin lucrări miniere subterane, plasate pe aflorimentul din vatra satului Rovinari, iar lignitul extras în cantități ce nu depășeau 3 000—3 500 t/an se transporta cu căruțe și autocamioane la Tg. Jiu, pe o distanță de circa 20 km, pentru a fi consumat în locomotivele cu abur ale C.F.R.

În paralel cu exploatarea locală, s-au executat lucrări de explorare și cercetare geologică pentru cunoașterea mai detaliată a zăcămîntului, a dimensiunilor și caracteristicilor sale, sub toate aspectele, constituind astfel baza tehnico-materială pentru adoptarea unor sisteme organizate de exploatare. Extracția cărbunelui prin întreprinderea de industrie locală LIGNITUL a continuat pînă în februarie 1955 cînd, prin Hotărîrea Consiliului de Miniștri nr. 140, se apreciază importanța economică deosebită a acestui bazin minier, iar lucrările de cercetare și exploatare se extind la scară republicană și se încredințează Ministerului Cărbunelui din acea perioadă; unitatea de producție a primit denumirea de Întreprinderea minieră Rovinari.

În același an, ca o premieră națională, se pun bazele și se deschide prima carieră de cărbune în țara noastră — Balta Unchiașului —, care a devenit cu timpul o adevărată școală pentru pregătirea și formarea specialiștilor în exploatarea la suprafață a lignitului.

Anul 1955 marchează astfel începerea unui capitol nou în istoria bazinului rovinărean, a unei perioade de sistematizare, construcție și dezvoltare pentru noul centru minier de importanță republicană, în deplină concordanță cu politica economică a partidului și statului nostru, pentru dezvoltarea bazei de materii prime și energetice, de industrializare și electrificare a țării.

Prin fondurile de investiții alocate în perioada 1956—1960 au fost construite și date în folosință: racordul C.F.R. Tg. Jiu — Cîrbești — Rovinari; modernizarea drumului național D.N. 66 Tg. Jiu — Filiași: alimentarea cu energie electrică la 35 kV, incinta întreprinderii miniere și colonia muncitorească cu 30 de apartamente, 6 cămine pentru nefamiliști, o cantină, un dispensar medical și un club muncitoresc.

Tehnologia de extracție în carieră se baza pe folosirea utilajelor clasice — excavatoare cu cupă, dragline și autobasculante pentru transportul sterilului și uneori al cărbunelui.

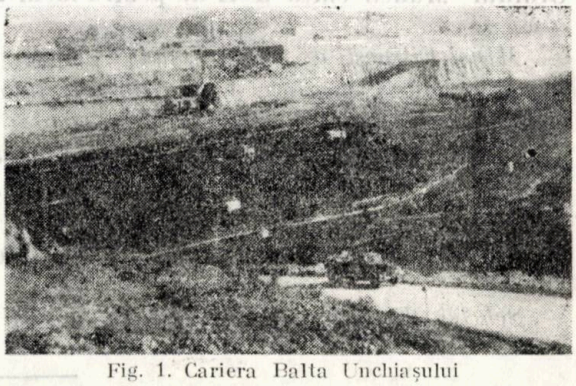


Fig. 1. Cariera Balta Unchiașului

Datorită faptului că la transportul sterilului din descopertă se foloseau numai autobasculantele, lucrările aveau un caracter temporar și

se desfășurau în perioada aprilie—octombrie, respectiv 180—200 zile pe an.

Hotărîrile istoricului Congres al IX-lea al Partidului Comunist Român și alegerea tovarășului **Nicolae Ceaușescu** în înalta funcție de secretar general al partidului, care a conceput o strălucită strategie privind dezvoltarea de ansamblu a economiei naționale, au deschis noi și măreți perspective pentru mineritul din țara noastră și în special pentru mineritul din bazinul Olteniei.

Din acest moment, marcat de anul 1965, bazinul Rovinari intră într-o nouă etapă de dezvoltare, care implică ample lucrări miniere, de construcții industriale, hidrotehnice și de transporturi, precum și mobilizări de forțe care au avut ca efect: construcția liniei ferate Cîrbești — Turceni — Rogojelu, a termocentralelor electrice Rogojelu și Turceni, construcția barajului Rovinari și devierea Jiului pe circa 20 km, alimentarea bazinului cu energie electrică la tensiunea de 110 kV, construcția unor întreprinderi specializate de reparații, precum și deschiderea și punerea în exploatare a 11 cariere și a 3 mine subterane.

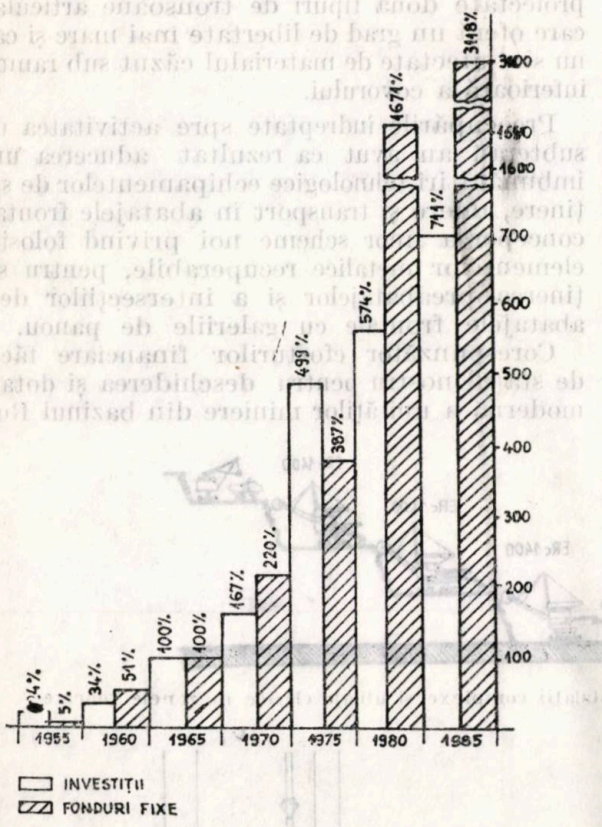


Fig. 2. Dinamica investițiilor și a fondurilor fixe

Aceste realizări au avut la bază, pe lîngă aderarea unanimă a oamenilor muncii la Programul partidului de creștere a producției de cărbune, și efortul financiar făcut de statul nostru, prin alocarea unor fonduri de investiții în ultimii 20 de ani de peste 18 miliarde lei, care a condus la creșterea fondurilor fixe industriale de la circa 400 milioane în anul 1965 la peste 12 miliarde în prezent.

Alături de vechile tehnologii de extracție bazate pe folosirea utilajelor clasice (excavatoare cu cupă și transport auto), au fost aplicate tehnologii noi care folosesc instalații complexe de excavare, transport și haldare.

Tehnologiile noi, aplicate din anul 1967 la cariera Cicani, la început cu utilaje din import, dar care în prezent se fabrică integral în țară, au permis, pe lîngă creșterea indicatorilor de extracție, și punerea în valoare a unor perimetre miniere cu condiții mai grele de exploatare, la un raport de acoperire de peste 5 m^3/t, unele din acestea situate chiar în zone colinare cum sînt: carierele Rovinari-est, Roșia de Jiu, Urdari și Pinoasa.

În concordanță cu programul de dezvoltare a producției de cărbune, elaborat din inițiativa și sub coordonarea secretarului general al partidului, tovarășul **Nicolae Ceaușescu**, și aprobat de Congresul al XIII-lea al P.C.R., toți oamenii muncii sînt angajați plenar pentru îmbunătățirea tehnologiilor de extracție și dezvoltare a capacităților de producție la nivelul cerințelor economiei naționale.

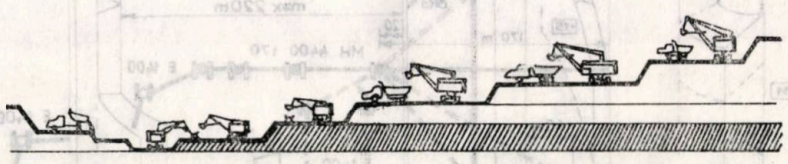


Fig. 3. Fluxul tehnologic de excavare și haldare cu utilaje clasice

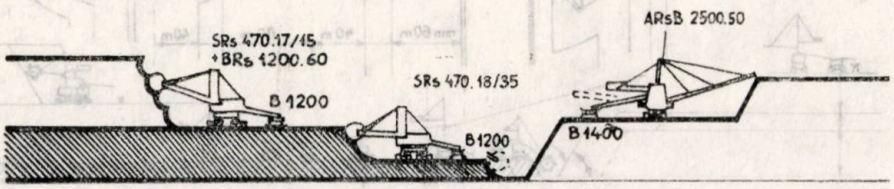


Fig. 4. Fluxul tehnologic de excavare și haldare cu instalații complexe

Specialiștii din proiectare, împreună cu cei din producție, au conceput o îmbinare armonioasă a tehnologiilor de extracție cu instalații complexe de excavare, transport și haldare cu tehnologiile bazate pe folosirea excavatoarelor cu cupă și transport auto pentru carierele din zonele colinare. Tehnologia clasică se folosește cu precădere pentru retezarea vîrfurilor de dealuri și crearea platformelor de vehiculare pentru excavatoarele cu rotor.

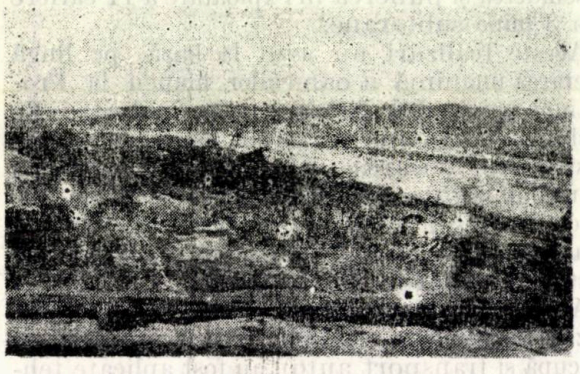


Fig. 5. Cariera Gîrla

Începînd cu anul 1983, se aplică cu succes tehnologia de haldare interioară directă cu instalații de haldare cu brațul de 90 m, în carierele Tismana II și Gîrla, urmînd ca această tehnologie să se extindă și în carierele Pește ana și Roșia de Jiu, cu instalații de haldare cu braț de 120 și 170 m, care se află în execuția unităților specializate.

În scopul creșterii indicilor de folosire intensivă și extensivă a excavatoarelor cu rotor din cariere, au fost necesare o serie de îmbunătățiri constructive la utilaje și transportoare, care constituiau puncte înguste în fluxurile tehnologice. Îmbunătățiri importante s-au adus la excavatorul tip ERC 1 400 și instalațiile de haldare de 6 500 m³/h, iar pentru înlăturarea diferitelor neajunsuri din timpul operațiilor de ripare a transportoarelor, au fost studiate și proiectate două tipuri de tronsoane articulate care oferă un grad de libertate mai mare și care nu sînt afectate de materialul căzut sub ramura inferioară a covorului.

Preocupările îndreptate spre activitatea din subteran au avut ca rezultat aducerea unoîmbunătățiri tehnologice echipamentelor de susținere, tăiere și transport în abatajele frontale conceperea unor scheme noi privind folosirea elementelor metalice recuperabile, pentru susținerea preabatajelor și a intersecțiilor de la abatajele frontale cu galeriile de panou.

Corespunzător eforturilor financiare făcute de statul nostru pentru deschiderea și dotarea modernă a unităților miniere din bazinul Rovi-

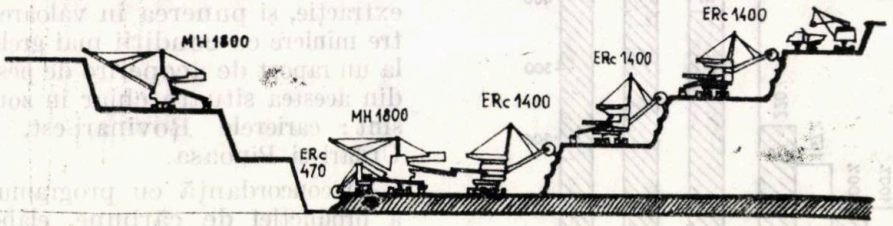


Fig. 6. Flux tehnologic de excavare și haldare cu instalații complexe și utilaje clasice în zonele colinare

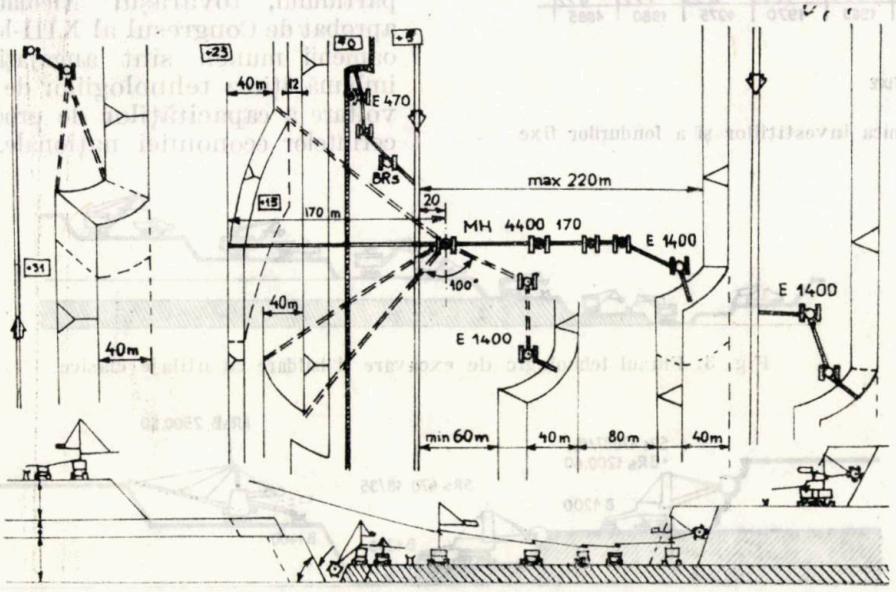


Fig. 7. Tehnologie de haldare interioară directă la cariera Tismana II

nari, precum și mobilizării plenare a oamenilor muncii, producția de cărbune a cunoscut salturi de-a dreptul uriașe, posibile numai într-o epocă înfloritoare pentru întreaga economie națională, așa cum este epoca pe care o trăim și pe care cu mîndrie o numim **Epoca Ceaușescu.**

Față de realizările anului 1965, luate ca bază de comparație, producția de cărbune a crescut în 1980 de 13 ori, urmînd ca în acest an să ajungă la peste 35 ori.

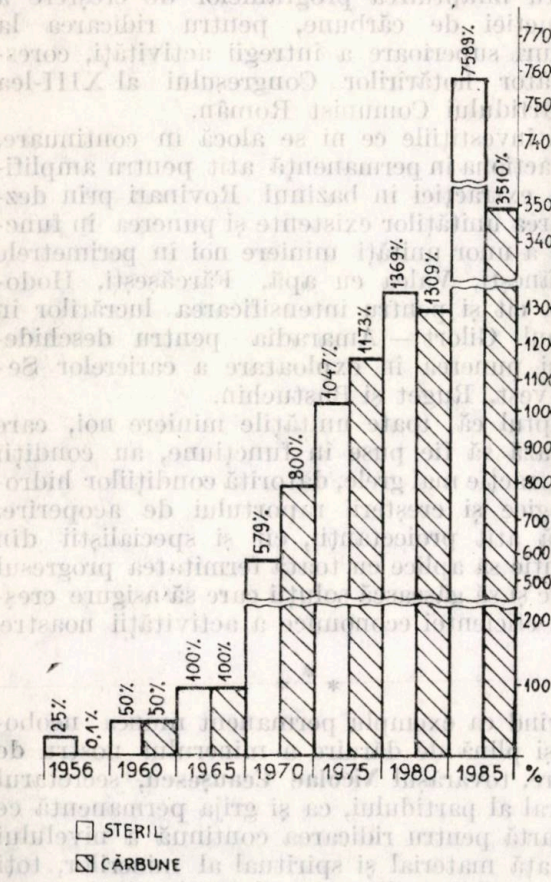


Fig. 8. Evoluția volumelor de excavații

Volumul total de masă minieră ce trebuie excavată în 1985 este de peste 126 milioane (m^3 + t) și reprezintă o creștere de peste 62 ori față de realizările obținute în anul 1965. Marea majoritate a acestora urmează a se realiza cu complexele de excavare, transport și haldare, a căror pondere, din anul 1975, a depășit 80 % din totalul excavațiilor.

Deși ca pondere în volumul total al maselor excavațiile cu mijloace clasice sînt numai de ordinul a 10—15 %, ele reprezintă, ca cifre absolute, peste 13 milioane (m^3+t) și se regăsesc în descoperta preliminară a carierelor din zona colinară și în microcarierele care exploatează cărbunele din perimetrele miniere cu rezerve industriale reduse.

Cu toate că dezvoltarea unităților din bazin s-a făcut pe baza dotării cu utilaje cu grad înalt de mecanizare și aplicare a unor tehnologii moderne, ceea ce a condus la creșterea productivității muncii de aproape 6 ori în

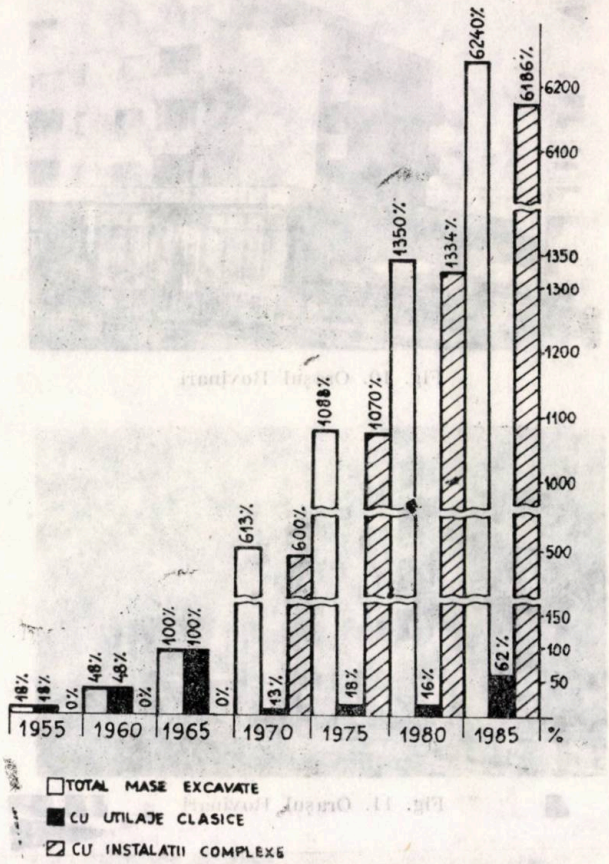


Fig. 9. Ponderea excavațiilor cu rotor în cadrul volumelor totale de masă excavată

perioada 1965—1985, a fost necesară și creșterea forței de muncă, de la 370 angajați în anul 1955 la circa 20 000 în prezent. La indicația tovarășului **Nicolae Ceaușescu**, cu ocazia vizitelor de lucru în bazin, s-au pus bazele de construcție a orașului Rovinari. Deși tînăr, avînd numai 4 ani de la înființare, orașul dispune astăzi de peste 2 640 apartamente moderne, spații comerciale și de deservire necesare, creșe, grădinițe, școli, dispensare medicale și un staționar cu 50 locuri. Sînt în fază de construcție un grup școlar minier nou și un spital cu policlinică cu 200 paturi.

Pornind, în anul 1955, de la o mică întreprindere minieră, cu un efectiv total de 370 persoane, a cărei producție anuală era de numai 20 mii tone lignit, în prezent, în bazinul minier Rovinari, își desfășoară activitatea un combinat cu statut de centrală, ale cărui sarcini din anul 1985 intervin cu o pondere de peste 40 % în producția totală de lignit și cărbune brun și reprezintă, în același timp, de aproape 6 ori

întreaga producție de cărbune a României realizată în anul 1960.

În desfășurarea activităților sale, combinatul are în subordine 4 întreprinderi miniere, o unitate de transport și utilaje terasiere, o uzină de reparații pentru utilajul minier și confecționarea pieselor de schimb, o întreprindere de antrepriză pentru executarea lucrărilor proprii de construcții și montaje miniere, o bază de aprovizionare tehnico-materială, o întreprindere de cazare și cantine, precum și două grupuri școlare miniere, pentru pregătirea forței de muncă.

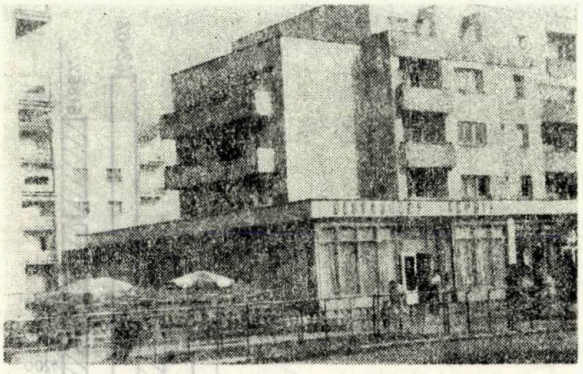


Fig. 10. Orașul Rovinari

Fig. 11. Orașul Rovinari

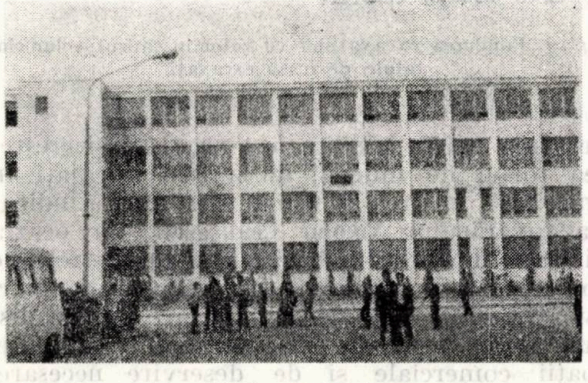


Fig. 12. Orașul Rovinari

În fața Combinatului minier Rovinari stau și în continuare sarcini de mare răspundere pentru înfăptuirea programelor de creștere a producției de cărbune, pentru ridicarea la niveluri superioare a întregii activități, corespunzător hotărîrilor Congresului al XIII-lea al Partidului Comunist Român.

Cu investițiile ce ni se alocă în continuare, vom acționa în permanență atît pentru amplificarea extracției în bazinul Rovinari prin dezvoltarea unităților existente și punerea în funcțiune a unor unități miniere noi în perimetrele Sărdănești, Valea cu apă, Fărcășești, Hodoreasa, cît și pentru intensificarea lucrărilor în bazinul Gilort — Amaradia pentru deschiderea și punerea în exploatare a carierelor Seciuri-vest, Ruget și Bustuchin.

Faptul că toate unitățile miniere noi, care urmează să fie puse în funcțiune, au condiții de extracție mai grele, datorită condițiilor hidrogeologice și creșterii raportului de acoperire, obligă atît proiectanții, cît și specialiștii din execuție să aplice cu toată fermitatea progresul tehnic și să găsească soluții care să asigure creșterea eficienței economice a activității noastre

* * *

Avînd ca exemplu permanent munca neobosită și plină de dăruire a minerului nostru de onoare, tovarășul **Nicolae Ceaușescu**, secretarul general al partidului, ca și grija permanentă ce o poartă pentru ridicarea continuă a nivelului de viață material și spiritual al minerilor, toți oamenii muncii din bazinul Rovinari sînt mobilizați plenar pentru ridicarea producției la cotele cerute de economia națională, pentru cinstirea celor două mari evenimente 23 August și Ziua Minerului, pentru aniversarea a trei decenii de la începutul activității miniere pe aceste meleaguri.

Realizări şi perspective în bazinul carbonifer Motru—Jilţ— creaţie a politicii Partidului Comunist Român de industrializare socialistă a ţării

Ing. N. Alecu
director general C.M. Motru

Aniversarea a 41 de ani de la revoluţia de eliberare socială şi naţională, antifascistă şi antiimperialistă, a 56 de ani de la luptele minerilor de la Lupeni, cît şi a 25 de ani de la începerea primelor lucrări miniere în bazinul Motru — Jilţ ne oferă prilejul de a aprecia importanţa strategiei pe termen lung în ceea ce priveşte dezvoltarea producţiei de cărbune în ţara noastră.

Prin ponderea pe care o deţine în structura resurselor utilizate pentru producerea energiei electrice şi termice, cărbunele ocupă un loc deosebit de important în ansamblul resurselor energetice ale ţării.

Bazinul carbonifer al Gorjului reprezintă principala sursă de cărbune energetic utilizat în centralele termoelectrice Rogojelu, Turceni şi Işalniţa, asigurînd aproape 70 % din producţia de cărbune a ţării, la care Combinatul minier Motru participă cu 40 %.

Primele cercetări geologice în zona subcarpatică a Olteniei au fost făcute de către geologii Sabba Ştefănescu şi Grigore Cobâlcescu, care au stabilit vîrstele geologice ale formaţiilor sedimentare.

Geologul Ionescu-Argetoaia, studiind aflorimentele de lignit din zona Motru-Mătăsari-Roşia de Jiu, a stabilit vîrsta levantină pentru formaţiunea productivă purtătoare de cărbune.

În anii 1945—1946, geologii V. Onescu şi T. Popa confirmă vîrsta levantină pentru complexul de marne şi nisipuri, iar pentru formaţiunea productivă — vîrsta daciană; în final, geologul D. Cîrîc, pe baza argumentelor paleontologice, stabileşte şi o delimitare a vîrstei dacian-levantină, în baza stratului VII de cărbune.

O adevărată cercetare geologică se face, începînd cu anul 1953, de către Întreprinderea de stat pentru explorări miniere, iar din anul 1958 încep şi primele cercetări hidrogeologice. Concomitent cu forajele de îndesire necesare proiectării viitoarelor mine şi cariere, în anul 1960 sînt atacate primele lucrări la minele-pilot Horăşti şi Ploştina.

În perioada 1960—1965, se extind lucrările miniere la Horăşti, Ploştina şi Leurda, astfel încît, începînd cu anul 1965, se poate afirma că în bazinul Motru a fost începută, cu adevărat, o activitate minieră. Zăcămîntul de cărbune este format din 19 strate, din care sînt exploatate, prin lucrări subterane, numai cinci, respectiv XII, X, VII, VI şi V; stratul V se află în imediata apropiere a nivelului hidrostatic. Stratele au grosimi de la 2,5 la 8 m, cu înclinări pînă la 5°, cu puţine deranjamente tectonice, cel mai important strat fiind stratul X.

În cadrul C.M. Motru există trei întreprinderi miniere: Motru cu ponderea activităţii în subteran, Lupoaia cu activitate de carieră şi Jilţ cu activitate combinată — carieră şi subteran.

În subteran extracţia lignitului se realizează din abataje mecanizate complex, iar la suprafaţă — în cariere dotate cu linii tehnologice de excavare-transport-haldare, echipate cu excavatoare cu rotor port-cupe, transportoare de mare capacitate şi instalaţii de haldare.

Extracţia lignitului în unităţile subordonate C. M. Motru cunoaşte un ritm accentuat de dezvoltare de la 41 mii tone extrase în anul 1962, la 13 milioane tone în anul 1984; în total, în perioada celor aproape 25 de ani s-au extras peste 125 milioane tone lignit. Este de subliniat că peste 50 % din totalul producţiei extrase de la începutul activităţii în bazin a fost realizat în actualul cincinal.

La 25 ani de la începerea lucrărilor miniere în bazinul Motru este necesar să privim retrospectiv la primii ani de activitate, ani în care a început mecanizarea săpării lucrărilor de deschidere, pregătire şi exploatare. În anul 1965, la mina Horăşti se realizează primul record de tehnică minieră — săparea cu combina a 601 m/lună. Paralel, în abataje a fost introdusă susţinerea cu stîlpi metalici şi transportul cu transportoare cu raclete; transportul producţiei se realiza cu transportoare cu bandă din covor de cauciuc sau cu vagonete şi locomotive, ultima variantă, sub care de altfel au fost deschise minele Leurda şi Ploştina, a fost înlocuită cu prima.

În vederea introducerii mecanizării în abataj, a fost necesar să se desfăşoare un larg program de cercetare, care să permită alegerea utilajelor pentru mecanizarea complexă a operaţiilor din abataj.

În anul 1965 a fost introdus primul complex mecanizat de tipul OMKT-IV la mina Horăşti, iar în anul 1966 la mina Leurda.

Pe baza observaţiilor în exploatare a fost conceput, proiectat şi realizat primul complex mecanizat de producţie românească CMA-0, care apoi a evoluat prin modelele CMA-1, CMA-2 şi CMA-2M.

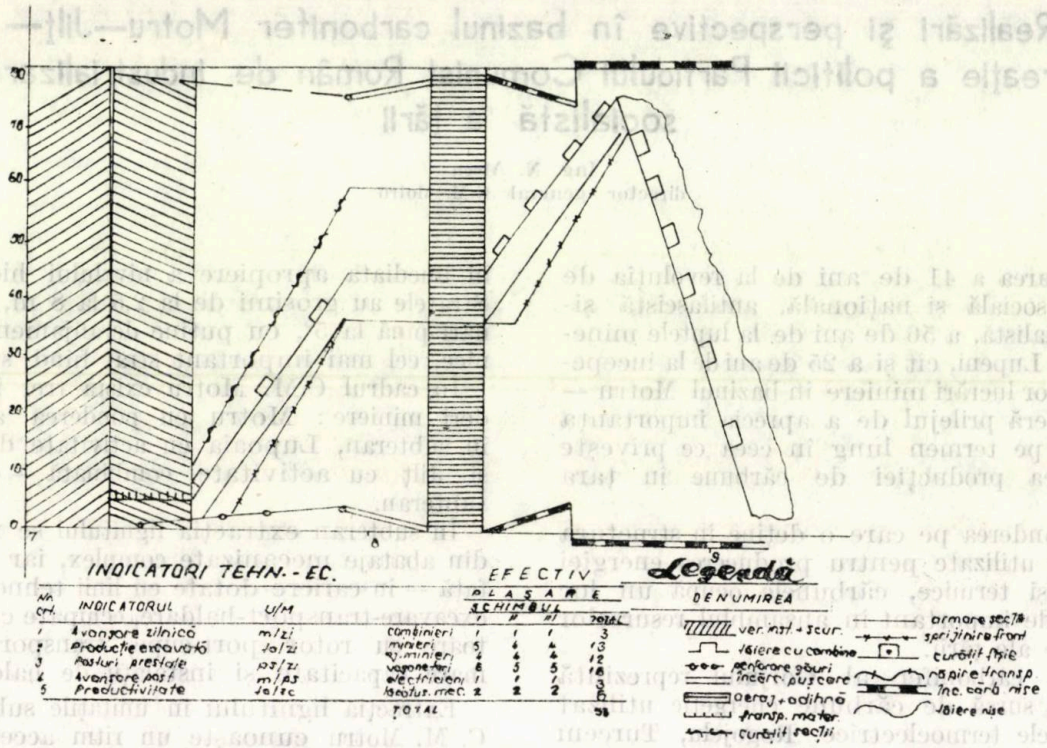


Fig. 1. Ciclograma lucrărilor pentru realizarea unei avansări lunare de 242 m la mina Ploștina

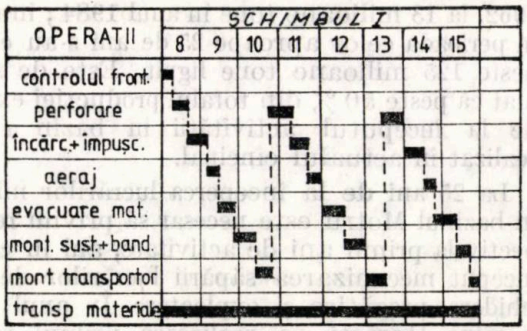


Fig. 2. Ciclograma săpării galeriei 25 053

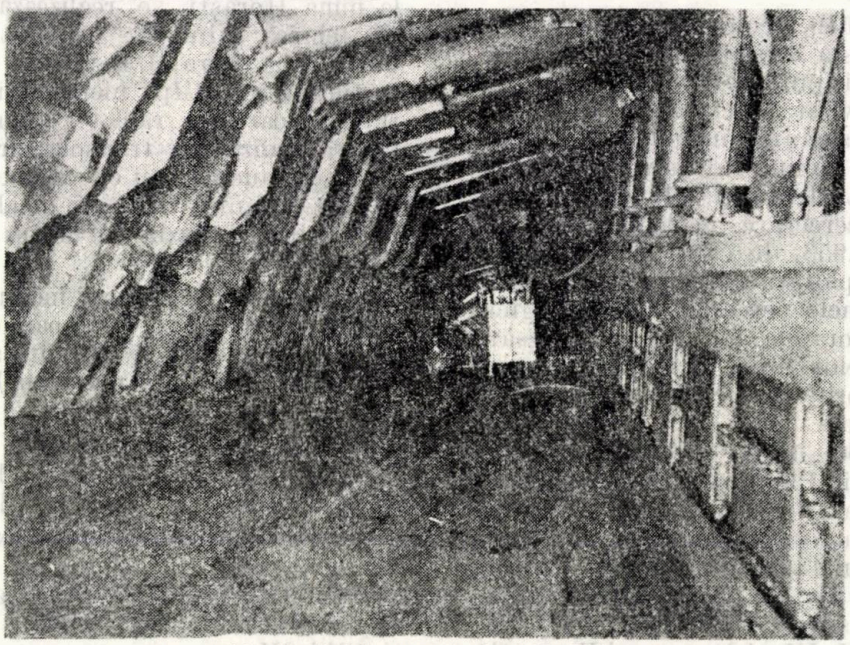


Fig. 3. Abataj mecanizat, I.M. Motru

Acțiunile întreprinse pentru creșterea ritmului de dezvoltare a producției de cărbune și a gradului de mecanizare au condus — în mod firesc — la obținerea de recorduri de tehnică minieră, ca de exemplu :

— săparea a 250 m de galerie cu combina de înaintare și susținerea a 200 m în zidărie continuă de bolțari, de către o brigadă complexă (iulie 1967 — mina Lupoaia) ;

— 158 m/lună avansare într-un abataj echipat cu complex mecanizat de tăiere-încărcare-susținere (iulie 1969 — mina Ploștina) ;

— săparea cu combina a 804 m de pregătire într-o lună (mina Ploștina — 1970) ;

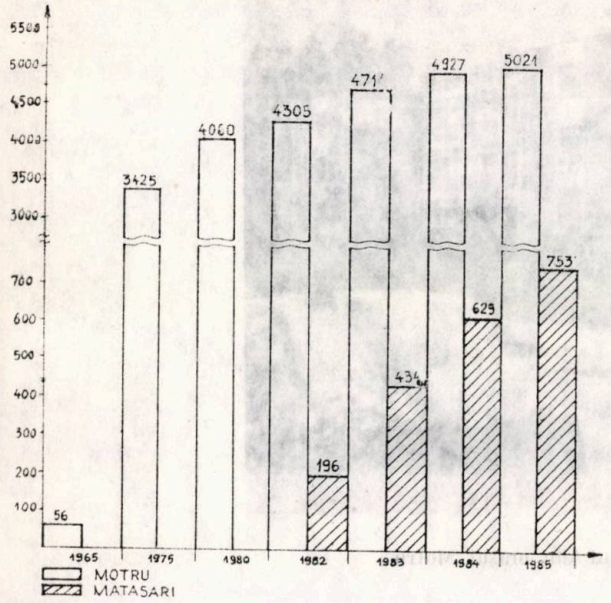


Fig. 4. Construcția de locuințe în orașele Motru și Mătăsari

— săparea cu combina a 820 m galerie de pregătire (aprilie 1974 — mina Lupoaia) ;

— săparea cu combina a 1 100 m galerie de pregătire cu secțiune de 7,4 m², avînd pe o lungime de 50 m profilul de 12 m² (iunie 1974 — mina Lupoaia) ;

— 242 m avansare lunară cu un complex mecanizat de abataj (iunie 1974 — mina Ploștina) ;

— 162 m avansare lunară într-un abataj cu tavan artificial (aprilie 1980 — mina Lupoaia).

În ceea ce privește creșterea vitezelor de avansare și a producției din abataje, este necesar să menționăm că, pe întreaga perioadă care a trecut de la introducerea primului complex mecanizat, au fost aduse o serie de îmbunătățiri tehnologice, ca:

— mecanizarea susținerii intersecției abatajului cu galeria pentru transportul materialelor ;

— mecanizarea susținerii intersecției abatajului cu galeria colectoare ;

— creșterea lungimii frontului de abataj pînă la 130 m ;

— folosirea a două combine într-un singur abataj ;

— perfecționarea sistemului hidraulic de susținere ;

— crearea unui nou tip de tambur și cuțite pentru combină de abataj care să asigure un randament maxim și un consum de energie electrică cît mai redus ;

— crearea plugului pentru combină, care să asigure încărcarea totală a materialului tăiat ;

— asigurarea cu apărători a combinei ;

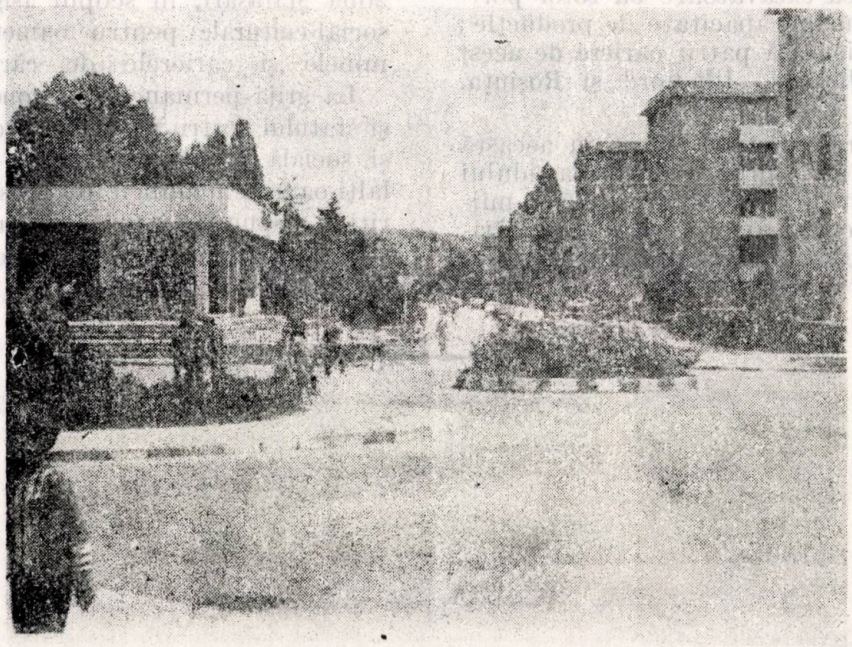


Fig. 5. Orașul Motru

— realizarea sistemului de aeraj în abataje la un nivel minim de prăfuire, cunoscînd faptul că apa de stropire produce greutăți la transportul producției;
— realizarea de concasoare montate pe transportorul din galeria colectoare care să asigure o granulație corespunzătoare a cărbunelui pentru facilitarea transportului pe benzi.

Orașul minier Motru, care numără 23 000 locuitori, este un oraș modern, care, pe lîngă cele 5 300 apartamente, mai cuprinde un grup școlar, spital, policlinică, casă de cultură, cinematograf, creșe, grădinițe, școli etc. La cele de mai sus se adaugă și pitorestile locuri de drumeție și recreație din imediata apropiere a orașului.

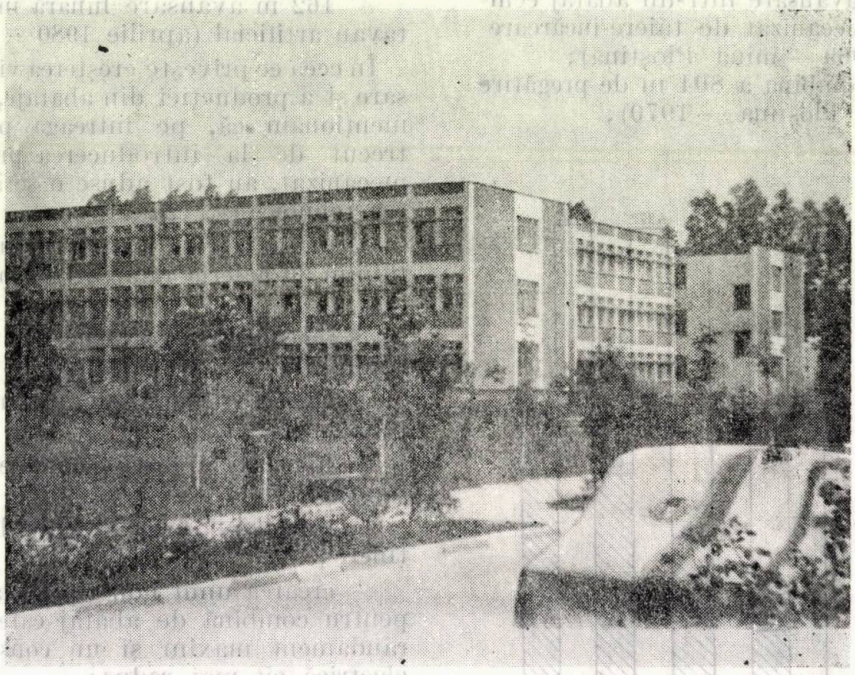


Fig. 6. Policlinica și spitalul din orașul Motru

Realizări deosebite au fost obținute și în carierele dotate cu excavatoare cu rotor port-cupe, unități de mare capacitate de producție; în prezent funcționează patru cariere de acest fel — Lupoaia, Jilț-sud, Jilț-nord și Roșiuța.

★

Dezvoltarea producției de lignit în această parte a țării, în cadrul politicii Partidului Comunist Român de repartizare egală a mijloacelor de producție, a avut o influență hotărîtoare asupra ridicării nivelului de trai al oamenilor.

Lucrări mari de construcție se efectuează în zona Mătăsari, în scopul asigurării condițiilor social-culturale pentru oamenii muncii de la minele și carierele de cărbune.

La grija permanentă a conducerii partidului și statului nostru pentru dezvoltarea economică și socială a bazinului Motru-Jilț, minerii, ceilalți oameni ai muncii din acest bazin sînt hotăriți să răspundă cu toate eforturile pentru realizarea programului de creștere a producției de cărbune.

Dezvoltarea activității de extracție și de valorificare a rezervelor de huilă în cadrul Combinatului minier Valea Jiului

Ing. I. Costescu
director general C.M. Valea Jiului

Dezvoltarea economico-socială a României impune ca o necesitate primordială creșterea în ritmuri susținute a producției în ramurile chemate să asigure resursele de materii prime și energetice. Potrivit Programului prioritar privind dezvoltarea bazei energetice și de materii prime minerale, în anul 1985 și în cincinalul 1986—1990, Combinatului minier Valea Jiului îi revin sarcini deosebite pe linia creșterii producției de cărbune energetic și cocsificabil. Pentru acest an este prevăzut ca unitățile miniere din bazinul carbonifer Valea Jiului să extragă peste 13 milioane tone cărbune, iar în cincinalul 1986—1990 producția să crească cu 60—65%.

Avînd în vedere aportul minelor din bazin la balanța energetică a țării, în fiecare cincinal au fost alocate importante fonduri pentru dezvoltarea și modernizarea minelor și a uzinelor de preparare, pentru aplicarea noilor tehnologii, extinderea mecanizării și automatizării.

Volumul investițiilor alocate în perioada 1965—1985 depășește 20 miliarde lei, care s-au folosit pentru extinderea capacităților de producție existente și realizarea de noi capacități de producție, achiziționarea de noi utilaje, mașini și instalații moderne de mare productivitate, pentru formarea și pregătirea personalului muncitor și îmbunătățirea permanentă a condițiilor de muncă și de viață ale oamenilor muncii.

În ultimii 20 de ani, industria noastră carboniferă, producția și procedeele ei tehnologice, au cunoscut transformări înnoitoare dintre cele mai profunde. Alături de unitățile miniere aflate în funcțiune au fost deschise altele noi ca: Livezeni, Bărbăteni și Cîmpu lui Neag, toate cunoscînd o amplă dezvoltare, Petrila-sud, Lupeni-sud și Valea de Brazi — unități în deschidere și dezvoltare.

În actualul cincinal se vor executa circa 80 km lucrări miniere de deschidere și 275 km lucrări de pregătire, realizări ce au fost posibile datorită înfăptuirii cu consecvență a programului de dotare și mecanizare a minelor din bazin.

În ultimii ani și în prezent se înregistrează o evoluție ascendentă a gradului de mecanizare a minelor din Valea Jiului și se prevăd, pe baza rezultatelor obținute, creșteri importante în continuare. Unitățile miniere ale combinatului au în dotare 48 complexe mecanizate de abataj, din care 30 de fabricație indigenă, 48 combine de înaintare, precum și multe alte utilaje de încărcare și transport. În domeniul transportului subteran a fost realizat programul de trecere la scheme moderne de transport general, în flux continuu, cu silozuri-tampon, precum și extracția pe puț cu schipuri cu mașini multicablu în regim automat de funcționare. De asemenea, în prezent sînt preocupări pentru mecanizarea transportului de materiale spre locurile de muncă, cu conteinerizarea și paletizare acestora din depozitele de la suprafață.

Intreprinderile miniere din bazinul Valea Jiului au fost dotate cu instalații telegrizumetrice și stații de degazare, fapt ce a făcut mai eficiente intervențiile de protecție și securitate a muncii în subteran; în fiecare întreprindere minieră funcționează instalații telegrizumetrice.

Valoric, zestrea tehnică actuală a unităților miniere din Valea Jiului — mijloace fixe — depășește 15 miliarde lei, fiind de aproape 6 ori mai mare decît în anul 1965.

Pentru asigurarea ritmului prevăzut de creșterea a producției, a fost necesar ca în această perioadă să se producă modificări importante, atît în privința ponderi de participare a metodelor de exploatare, cît, mai ales, în tehnologiile de lucru folosite.

O preocupare majoră o constituie aplicarea și extinderea tehnologiilor noi de exploatare. Se acționează intens pe linia folosirii complexelor de mare înălțime CMA-5H, peste tot unde condițiile permit extinderea metodei de exploatare în felii orizontale cu tavan de rezistență, modernizarea și mecanizarea tehnologiilor de susținere a lucrărilor miniere de deschidere și pregătire. S-a extins metoda de exploatare cu abataj frontal, iar în stratul principal nr. 3 se aplică pe scară tot mai largă metoda de exploatare cu front scurt cu tavan de rezistență, care va înlocui aproape integral abatajele cameră.

Gradul de mecanizare a extracției cărbunelui va atinge în anul 1985 nivelul de 42,0% din producția totală extrasă din abataje, iar nivelul producției extrase cu complexe mecanizate de abataj este de 33,0% (fig. 1).

Realizări importante s-au obținut în ultimii ani și în domeniul săpării și susținerii lucrărilor miniere de deschidere și pregătire (fig. 2). Mecanizarea operațiilor și îmbunătățirea tehnologiilor de lucru la executarea acestor lucrări a fost necesară atît pentru reducerea efortului fizic, cît și pentru asigurarea capacităților de producție la nivelul sarcinilor, avînd în vedere faptul că, anual, se execută un volum de peste 70 km lucrări de deschidere și pregătire.

În această perioadă s-au finalizat și stabilit tehnologii noi pentru executarea lucrărilor miniere cu păstrarea lor în spațiul exploatat, susținerea lucrărilor miniere cu prefabricate grele din beton, montate mecanizat, susținerea

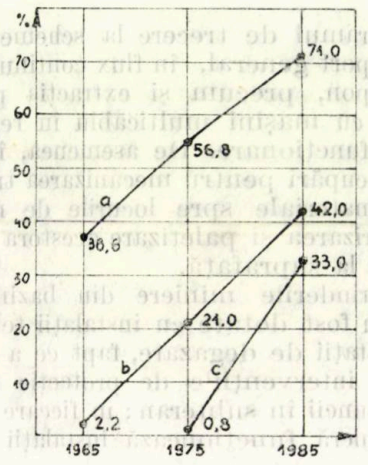


Fig. 1 Dinamica gradului de mecanizare în abataje frontale : *a* — total abataje frontale ; *b* — abataje frontale cu tăiere mecanică ; *c* — abataje frontale cu complexe mecanizate

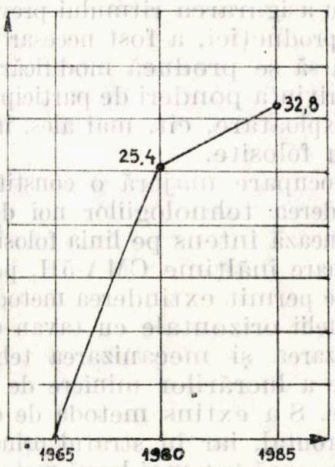


Fig. 2. Dinamica gradului de mecanizare a săpării lucrărilor miniere orizontale

galeriilor cu elemente metalice din laminate cu profil greu SG-29, perfecționarea sistemului de îmbinare a elementelor de susținere și mecanizarea montării arcelor metalice.

Importante realizări au fost obținute și în ceea ce privește preluarea și prepararea cărbunelui brut extras. Astfel, concomitent cu lucrările de extindere și modernizare a instalațiilor existente s-a construit o preparație la Coroiești și sînt în curs de construcție viitoarele preparații la Livezeni și Uricani. Se acționează consecvent și sistematic pentru realizarea fluxurilor separate pentru steril și cărbune, a funcționării normale a instalațiilor de preosortare — o noutate de prestigiu tehnic în mineritul carbonifer.

Mecanizarea tot mai avansată schimbă continuu conținutul activității minelor din bazinul Valea Jiului ; controlul și conducerea devin — în această situație — mai complexe. În acest sens sînt preocupări și realizări privind asigurarea controlului și supravegherii centralizate a lucrărilor din subteran, pentru elaborarea elementelor sistemului modern de dispecerizare automată a proceselor miniere și de preparare.

Pregătirea cadrelor necesare se face prin unitățile școlare proprii : licee industriale, școli profesionale, școli de calificare și de maiștri și cursuri de perfecționare.

O parte însemnată a sporului de producție se va obține prin punerea în funcțiune a noi capacități de producție, precum și pe seama creșterii productivității muncii, cu deosebire prin creșterea indicilor intensivi și extensivi ai utilajelor de mare randament, complexelor mecanizate de abataj și de înaintare, organizarea superioară a muncii și creșterea gradului de calificare a personalului muncitor.

Ne propunem ca — în continuare — să situăm pe primul plan al preocupărilor noastre probleme de securitate a muncii, cercetarea noxelor periculoase din subteran, nivelul dinamic și posibilitățile de reducere a concentrațiilor de praf, efectele de ordin biologic, profilaxia îmbolnăvirilor profesionale și creșterea gradului de recuperare a forței de muncă. În aceeași direcție se va generaliza telecontrolul parametrilor de aeraj și evoluția componentelor periculoase din atmosfera minei, extinderea degazării locale și centrale a stratelor de cărbune, modernizarea utilajelor electrice în sensul creșterii gradului de siguranță, creșterea gradului de securitate a zăcămîntului prin extinderea procedeelor moderne în scopuri profilactice și de combatere a zonelor predispuse spre autoaprindere.

*

Realizările și nivelul la care ne situăm, din toate punctele de vedere, le datorăm conducerii noastre de partid și de stat, personal secretarului general al partidului, președintele Republicii și minerul nostru de onoare, tovarășul **Nicolae Ceaușescu**, care a manifestat o grijă cu adevărat părintească față de mineri și față de ceilalți oameni ai muncii și a făcut totul pentru ca ei să se bucure de binefacerile socialismului, drept pentru care îi adresăm cele mai calde mulțumiri și-l asigurăm de întregul nostru devotament și atașament revoluționar și de hotărîrea fermă de a ne aduce contribuția maximă la înfăptuirea sarcinilor ce ne revin din programele adoptate la Congresul al XIII-lea al partidului, de înflorire a bunăstării materiale și spirituale a poporului român.

Realizăm exemplar cincinalul 1981—1985 şi pregătim cu grijă cincinalul 1986—1990

Ing. **D. Condrache**
director general C.M. Ploieşti

Pentru traducerea în viaţă a sarcinilor trasate în domeniul industriei extractive miniere de Congresul al XII-lea şi Congresul al XIII-lea ale partidului, oamenii muncii din unităţile Combinatului minier Ploieşti sînt ferm angajaţi în perfecţionarea tehnologiilor de exploatare a lignitului şi creşterea capacităţilor de extracţie, în vederea realizării exemplare a planului pe anul 1985, precum şi a nivelurilor de producţie prevăzute pentru cincinalul 1986—1990.

Factorul determinant în realizarea sarcinilor respective îl constituie gradul de mecanizare a operaţiilor din abatajele frontale, precum şi din lucrările miniere de deschidere şi pregătire.

Deşi condiţiile geologico-miniere ale minelor din cadrul combinatului sînt grele, avînd fronturile de lucru sub nivelul hidrostatic, în zone tectonizate şi cu înclinări mari, în prezent se realizează un grad de mecanizare a extracţiei din abataje de peste 48%, iar la lucrările de înaintare de peste 26%. Pentru realizarea sarcinilor trasate, cu o dinamică în continuă creştere, specialiştii combinatului, împreună cu cercetătorii şi proiectanţii sînt mobilizaţi în crearea de tehnologii şi utilaje noi, adecvate condiţiilor specifice din zăcămintele aflate în exploatare, care să permită creşterea gradului de mecanizare a operaţiilor din subteran.

Pentru asigurarea creşterii gradului de mecanizare în abataje, s-a impus stabilirea unor tehnologii, respectiv conceperea unor complexe mecanizate de abataj, care să lucreze la înclinări de peste 15°.

Într-o strînsă colaborare cu Institutul de cercetări, inginerie tehnologică şi proiectări miniere pentru lignit Craiova se va experimenta în cursul anului acesta o parte dintr-un complex mecanizat nou conceput de cercetători, urmînd ca acesta să intre în dotarea abatajelor din stratele cu înclinări mari, care în prezent nu se pot mecaniza.

De asemenea, în vederea creşterii gradului de mecanizare la lucrările miniere de înaintare, în special pentru lucrările înclinate şi cu infiltraţii de apă pe vartă, care în prezent nu se pot mecaniza, se va experimenta combina glisantă pentru săpare, încărcare şi susţinere.

Mecanizarea proceselor tehnologice a impus creşterea preocupărilor pentru calificarea personalului muncitor şi perfecţionarea pregătirii profesionale, condiţie determinantă în vederea folosirii eficiente a mijloacelor de mecanizare şi automatizare.

Congresul al XIII-lea al partidului trasează sarcini de o deosebită importanţă privind creşterea producţiei de cărbune energetic, prin valorificarea unor noi rezerve şi deschiderea unor noi mine şi cariere. În acest sens, Combinatul minier Ploieşti are un vast program de cercetare geologică şi de deschidere a unor noi mine.

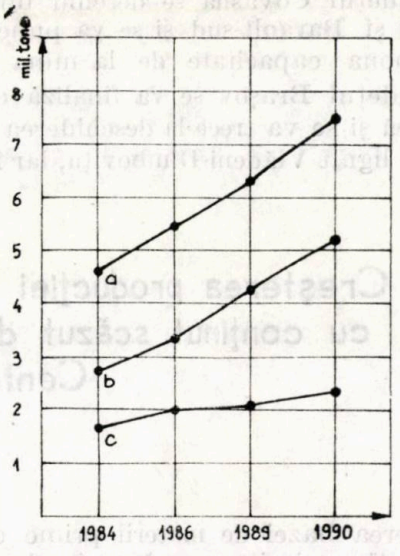


Fig. 1. Dinamica producţiei de lignit în anul 1984 şi cincinalul 1986—1990: *a* — producţia totală; *b* — producţia din subteran; *c* — producţia din cariere

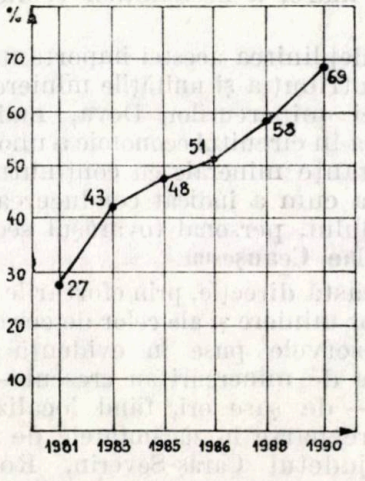


Fig. 2. Dinamica gradului de mecanizare a abatajelor în cincinalele 1981—1985 şi 1986—1990

Începînd chiar din acest an şi continuînd în cincinalul 1986—1990, în judeţul Argeş se vor deschide minele din perimetrele Capul Pisculi, Jugur-est, Slănic-sud şi Topolog-Vîlsan.

În județul Prahova se vor deschide mine în noile perimetre V. Mislea — V. Cosminei, Mălăiești — Coțofănești, Mugureni — Tufeni și Rotari—Călugăreni. Tot în județul Prahova se proiectează cercetarea geologică în vederea redeschiderii zonelor purtătoare de nisipuri bituminoase și, împreună cu Trustul de foraj-extracție Boldești, executăm lucrările de dezvoltare a minei de petrol Monteoru ; în cincinalul 1986—1990 vom participa la executarea lucrărilor pentru mina de petrol Bușteni.

În județul Dîmbovița se vor cerceta și deschide minele Vulcana-Pandele, Rașca-Glodeni și Cîndești-Aninoșani.

În județul Covasna se deschid minele Vîrghiș-est și Baraolt-sud și se va pune în funcțiune noua capacitate de la mina Bodoș.

În județul Brașov se va finaliza cercetarea geologică și se va trece la deschiderea zăcămîntului de lignit Vlădeni-Dîmbovița, iar în județul Buzău se va redeschide zăcămîntul de lignit Ojasca.

În scopul creșterii potențialului energetic în zona subcarpatică și cîmpia Munteniei, între Milcov și Olt, se cercetează, împreună cu Universitatea din București, noi zone posibil purtătoare de cărbune energetic, care să stea la baza unor cercetări geologice de detaliu.

*

Succesele obținute de mineri, de toți oamenii muncii din cadrul Combinatului minier Ploiești, sînt un răspuns la condițiile asigurate de partidul nostru minerilor, la grija pe care tovarășul **Nicolae Ceaușescu**, secretarul general al partidului, o poartă tuturor minerilor țării și familiilor acestora. Aceste succese le închinăm aniversării a 41 de ani de la revoluția de eliberare socială și națională, antifascistă și antiimperialistă și a 56 de ani de la luptele minerilor de la Lupeni.

Creșterea producției de cupru și valorificarea zăcămintelor cu conținut scăzut de metale — sarcini prioritare pentru Centrala minereurilor Deva

Dr. ing. **A. Lăpușcă**
director general C.M. Deva

Creșterea bazei de materii prime constituie un obiectiv prioritar prevăzut în documentele celui de-al XIII-lea Congres al Partidului Comunist Român, în vederea asigurării, într-o măsură cît mai mare, a necesităților economiei naționale.

La îndeplinirea acestei importante sarcini își aduc contribuția și unitățile miniere din cadrul Centralei minereurilor Deva, mai ales prin atragerea în circuitul economic a unor zăcăminte de substanțe minerale cu conținuturi mai scăzute, așa cum a indicat conducerea superioară a partidului, personal tovarășul secretar general **Nicolae Ceaușescu**.

În această direcție, prin eforturile comune ale unităților miniere și ale celor de cercetare geologică, rezervele puse în evidență la această categorie de minereuri au crescut — în ultimii 15 ani — de șase ori, fiind localizate în cea mai mare parte în zăcămintele de la Moldova Nouă, județul Caraș-Severin, Roșia Poieni, județul Alba și în perimetrele Valea Morii-Brad și Coranda-Hondol, județul Hunedoara.

La toate cele patru obiective s-a început activitatea de producție, folosind tehnologii elaborate de specialiștii noștri, precum și utilaje de mare capacitate proiectate și realizate pentru prima dată în țară, prin mobilizarea eforturilor comune ale specialiștilor din industria construcțiilor de mașini.

O imagine a dezvoltării obținute o dă — de exemplu — valoarea fondurilor fixe instalate pînă în prezent, care în anul 1985 a crescut de peste două ori, comparativ cu anul 1980.

Aceste eforturi de investiții își găsesc materializarea în creșterea accentuată a producției de minereuri.

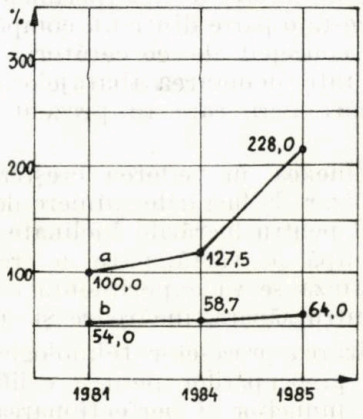


Fig. 1. Dinamica creșterii producției de minereuri în cincinalul 1981—1985 pe total Centrala minereurilor Deva : *a* — producția de minereuri ; *b* — producția de minereu cuprifer

Astfel, în comparație cu anul 1980, cantitatea de minereu cuprifer extras și prelucrat, prevăzută pentru anul 1985 la unitățile centralei, prezintă o creștere de 3,65 ori, urmînd ca în anul 1990 producția respectivă să fie de 8,4

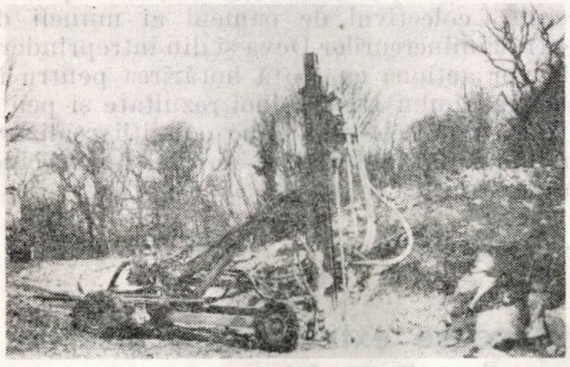


Fig. 2. Cărucior de perforare cu un braț MARG-130 C pentru cariere

ori mai mare decît cea realizată în anul 1984. De asemenea, și la minereurile complexe, producția s-a dublat în anul 1985, comparativ cu realizările din anul 1980.

Este de subliniat că practica a confirmat faptul că dezvoltarea bazei de materii prime pe calea punerii în funcțiune de capacități mari poate fi înfăptuită numai cu aportul direct al cercetării, al promovării progresului tehnic; numai în acest fel a fost posibilă realizarea unor utilaje de mare capacitate și cu productivități ridicate.

În acest sens, putem menționa excavatoarele cu cupe de 8 m³, autobasculantele de 50 și 100 t capacitate, forezele pentru cariere, mașinile de perforat cu 1 și 2 brațe pe pneuri, instalațiile de perforat găuri lungi pentru suitori, mașinile de încărcat cu cupă și siloz pentru subteran și altele.

În uzinele de preparare a minereurilor de la marile obiective se află în curs de definitivare procedeele de conducere automată a operațiilor de pe fluxurile tehnologice.

În tehnologia de flotație au fost introduse utilaje moderne (mori de mare capacitate,

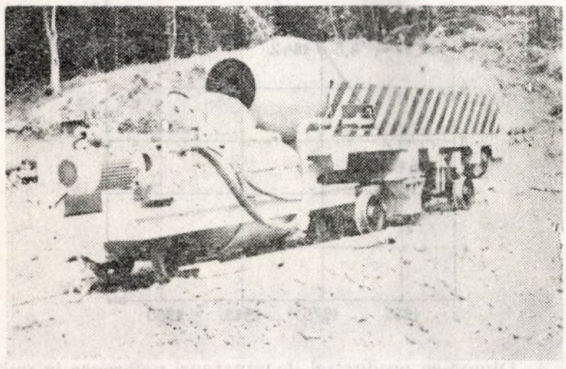


Fig. 3. Instalație pentru betonarea mecanizată a galeriilor

pentru măcinare autogenă, celule de flotație cu agitație mecanică și subaerație etc.), reușindu-se ca pe lîngă creșterea randamentelor de extracție la metalele de bază (Cu, Pb, Zn) să se definitiveze și tehnologia obținerii concen-

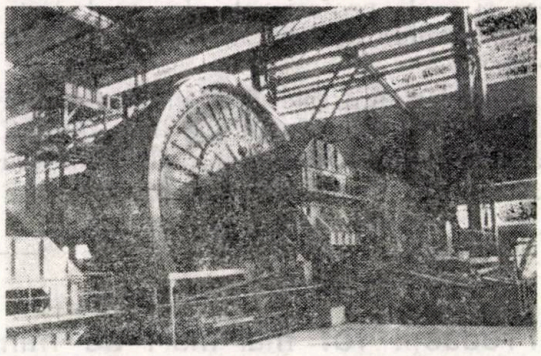


Fig. 4. Moară autogenă cu diametrul de 8 m, Combinatul minier al cuprului Roșia Poieni

tratului de molibden, produs conex, a cărui valorificare prezintă o deosebită importanță economică.

Preocuparea pentru creșterea gradului de recuperare a metalelor s-a extins și la haldele tehnologice ale minelor și uzinelor de preparare, unde — prin procedee moderne (separa-

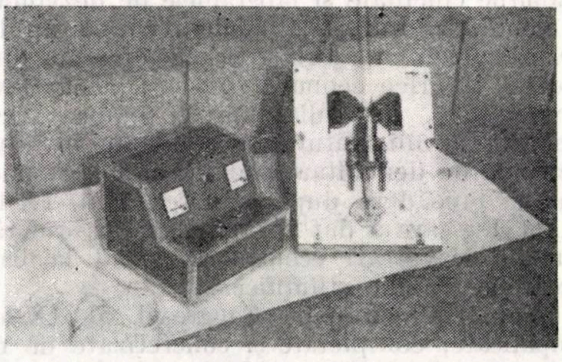


Fig. 5. Analizor magnetic pentru determinarea fracției magnetice din minereurile de fier

re magnetică, leșiere bacteriană etc.) — se prevede recuperarea unor cantități suplimentare de metale.

Paralel cu acțiunile întreprinse pentru dezvoltarea producției, valorificarea complexă a rezervelor de minereuri și modernizarea tehnologiilor, în atenția centralei și a unităților a stat grija pentru îmbunătățirea condițiilor de muncă și viață.

Ca sarcină de prim ordin, rezultată din Directivele celui de-al XIII-lea Congres al Partidului Comunist Român, este aceea a creșterii permanente a nivelului de calificare a cadrelor, în condițiile dotării cu utilaje de mare complexitate și cu performanțe ridicate.

În acest sens, în cincinalul 1981—1985, s-au diversificat formele de pregătire profesională

atît în unitățile C.M. Deva, cît și în școlile de profil.

Astfel, în diverse forme de învățămînt pentru calificarea în diferite meserii, funcționează — pe lîngă unitățile noastre — grupuri școlare cu licee și școli profesionale. În anul 1985, în aceste grupuri școlare au fost cuprinși 6 900 de elevi.

Preocupări multiple sînt și în domeniul îmbunătățirii condițiilor de muncă, al combaterii poluării mediului înconjurător, al condițiilor de cazare, alimentație și transport.

Pentru astfel de acțiuni au fost alocate importante fonduri care, numai la nivelul anului 1985, se cifrează la suma de 33 milioane lei.

*

Avînd la bază realizările obținute pînă în prezent, colectivul de oameni ai muncii din Centrala minereurilor Deva și din întreprinderile sale vor acționa cu toată hotărîrea pentru încheierea anului 1985 cu noi rezultate și pentru a pregăti în cele mai bune condiții realizarea sarcinilor pe anul 1986 — primul an al cincinalului viitor.

Producții tot mai mari de minereuri neferoase extrase și prelucrate în unitățile Centralei minereurilor Baia Mare

Ing. **N. Dicu**
director general C.M. Baia Mare

În cadrul strategiei partidului și statului de dezvoltare accentuată și armonioasă a economiei naționale, concretizată în programul partidului, în directivele congreselor partidului, în planurile cincinale și programele de dezvoltare a ramurilor, industria minieră ocupă un loc prioritar, rolul materiilor prime minerale fiind esențial în orice economie modernă, complexă, diversificată, de ridicat nivel tehnic. Locul prioritar al mineritului se regăsește în toată perioada de dezvoltare planificată a economiei, dar cu precădere după Congresul al IX-lea al P.C.R., care a dat noi impulsuri și orientări întregii dezvoltări economice, avînd la bază profunde analize științifice.

Orientările date de Congresul al IX-lea, amplificate, completate și concretizate de noi documente de partid în cei 20 de ani din această luminoasă epocă de dezvoltare multilaterală a României, s-au resimțit, cu influența lor favorabilă și permanentă, în activitatea unităților Centralei minereurilor Baia Mare. Această influență favorabilă s-a resimțit atît prin sarcinile stabilite, cît mai ales prin sprijinul larg primit pe întregul parcurs pentru a putea realiza, în mod corespunzător din punct de vedere tehnic și economic, toate aceste sarcini și cu precădere pe cele prioritare.

De o deosebită importanță între sarcinile ce au revenit și revin unităților miniere ale centralei este aceea de creștere continuă a extracției de minereuri pentru a menține la un nivel corespunzător producția de metale neferoase și nobile, compensînd influența declinului natural al calității rezervelor din unele zone aflate în exploatare. Răspunderea centralei din Baia Mare în realizarea acestei sarcini este cu atît mai mare cu cît ponderea unităților ei în producția de metale neferoase în concentrate miniere rămîne încă destul de ridicată: peste 80% pentru plumb și zinc, respectiv peste 30% pentru cupru.

Creșterile cele mai mari de producție se localizează la unitățile cu grad ridicat de asigurare cu rezerve, dintre care I.M. Baia Borșa, E.M. Șuior, E.M. Rodna.

Menținerea ritmurilor de creștere a producției a fost posibilă ca urmare a unor măsuri întreprinse la nivelul ramurii și a altora întreprinse pe plan local, la nivelul centralei și unităților.

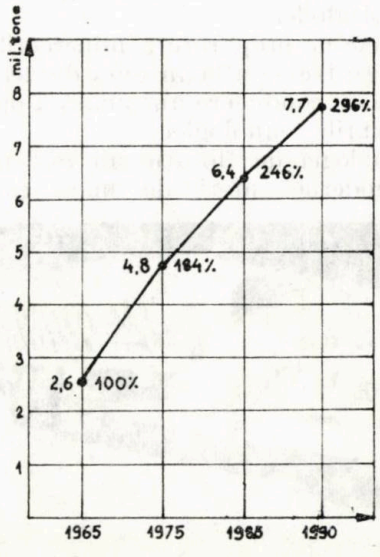


Fig. 1. Dinamica producției de minereuri neferoase în unitățile Centralei minereurilor Baia Mare

Rolul hotărîtor revine, în cadrul acestor măsuri, eforturilor deosebite făcute de către economia națională pentru a asigura dezvoltarea bazei tehnico-materiale a industriei extractive miniere din țara noastră, eforturi de care au beneficiat din plin și unitățile Centralei minereurilor Baia Mare, respectiv ale județului Maramureș, unde este concentrată peste 80% din producția de metale neferoase a centralei.

Obiectivul central al acestor eforturi l-a constituit creșterea continuă a volumului de rezerve de minereuri, corespunzător sarcinilor de dezvoltare a producției sporite de minereuri.

Despre aceste eforturi din domeniul activității geologice, desfășurate în cei 20 de ani, la nivelul județului Maramureș, vorbesc concludent datele din figura 2.

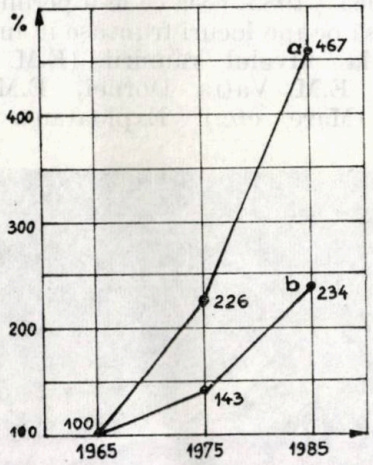


Fig. 2. Evoluția unor indicatori ai activității geologice : *a* — valoarea lucrărilor geologice ; *b* — volumul de rezerve $B + C_1$ în evidență

La nivelul întregii centrale, efortul în domeniul cercetării geologice poate fi sintetizat prin următoarele date :

— valoarea totală a lucrărilor geologice se ridică în actualul cincinal la peste 970 mil lei, crescînd de la 169 mil lei în anul 1981 la 235 mil lei în anul 1985 ;

— pentru cincinalul 1986—1990 sînt prevăzute lucrări geologice în valoare de peste 1 300 mil lei, din care numai în anul 1986 circa 250 mil lei ;

— volumul lucrărilor geologice se ridică, pentru actualul cincinal, la peste 151 mii metri galerii, 15 mii metri suitori, 45 mii metri de foraje.

Urmare acestor eforturi în domeniul activității de cercetare geologică, făcute de către unitățile centralei, precum și de către întreprinderile de prospecțiuni și explorări ale Ministerului Geologiei, care își desfășoară activitatea în cele patru județe din nordul țării (Satu Mare, Maramureș, Bistrița-Năsăud și Suceava), unitățile miniere au un grad corespunzător de asigurare cu rezerve geologice.

Atingerea acestui obiectiv are la bază, printre altele, extinderea cercetărilor în zonele de adîncime a unor mine, în special la Cavnic unde, pe baza datelor de care se dispune pînă în prezent, se apreciază că există importante acumulări de rezerve de minereuri neferoase în treapta a doua de adîncime (între 1 000 și 2 000 m de la suprafață).

În cincinalul viitor, pe baza programelor existente, urmează a fi atrase în circuitul economic noi zăcăminte de minereuri polimetalice, printre care : mina Dealul Crucii din perimetrul Sișar, mina Galbena din perimetrul Nistru, importantul zăcămînt dintre minele Baia Sprie și Șuior, Cisma din perimetrul Băiuț, Novați la Baia Borșa, Socea la Tarna, zona a VI-a Făget la Rodna și altele.

Activitatea pentru creșterea volumului de rezerve a fost completată cu cea de deschidere a noi zone miniere, de modernizare a minelor și uzinelor de preparare existente, de dezvoltare a capacității acestora.

În acest scop s-au alocat importante fonduri de investiții în paralel cu cele pentru lucrările geologice.

Pe baza acestor investiții, în perioada 1965—1985 zestrea unităților miniere ale centralei din județul Maramureș s-a îmbogățit cu 27 de extinderi sau capacități noi de extracție, șapte amplificări în uzinele de preparare, o uzină de utilaj minier și reparații, precum și alte obiective industriale și social-culturale.

Pentru cincinalul viitor, eforturile de investiții se vor menține la un nivel ridicat, însumînd peste 6 miliarde lei.

În paralel cu dezvoltarea capacităților de producție, o atenție deosebită a fost acordată introducerii progresului tehnic.

În prezent, peste 82% din producția de minereu extrasă din abataje se realizează prin metode de mare productivitate, iar gradul de mecanizare a încărcării din galerii este de peste 85% ; la nivelul anului 1985, acești doi indicatori se situau la 48,6%, respectiv 52,2%. Încărcarea și transportul manual în abataje s-au restrîns la numai cîteva procente ; la majoritatea minelor aceste operații se efectuează cu mașini de încărcat cu siloz, cu screpere sau gravitațional.

În cadrul metodelor de mare productivitate capătă o extindere tot mai mare metodele care permit utilizarea unei dotări de mare eficiență, în special metodele cu subetaje.

Pe baza eforturilor unităților, ale institutului de cercetare ale uzinei de utilaj minier a centralei, a colaborării cu unitățile de profil din cadru M.I.C.M., în ultimii ani s-au rezolvat importante

probleme în domeniul mecanizării în subteran și la suprafața minelor.

Au fost realizate mai multe tipuri de cărucioare de perforare (pentru galerii, preabataje, abataje cu înmagazinare, abataje cu subetaje),

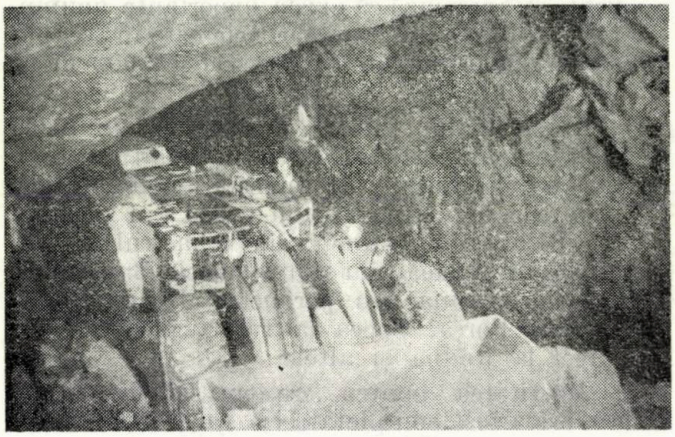


Fig. 3. Mașină de încărcat cu cupă de 3 m³ (E.M. Baia Sprie)

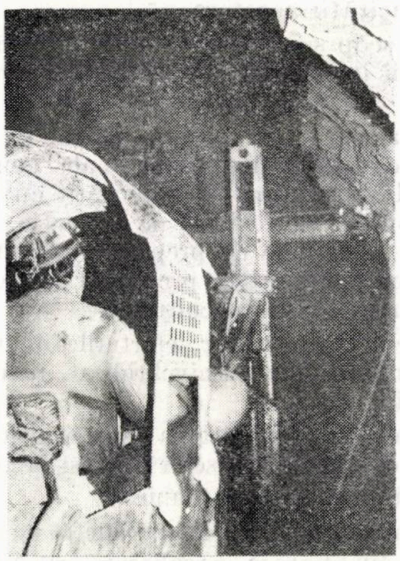


Fig. 4. Cărucior pentru perforarea găurilor de pilugă la preabataje (E.M. Herja)

s-au introdus în unități mașini de încărcat cu cupă pînă la 3 m³ și mașini de încărcat și transportat cu siloz de pînă la 3 m³.

Este generalizată încărcarea cu instalații graifer a materialului din puțurile în săpare, s-a experimentat — cu bune rezultate — săparea suitorilor, folosind găurile lungi paralele, se utilizează curent platformele mecanizate pentru săparea suitorilor ; în prezent se experimentează o combină de tip CI-2 pentru săparea galeriilor, precum și mașini de încărcat cu brațe laterale.

Uzina proprie a pus la punct fabricarea, în condiții tehnice corespunzătoare, a căruciorului de perforare universal pe șenile (CPU-1s) și căruciorului pentru perforarea găurilor de mină în evantai. Uzina produce industrial două tipuri de perforatoare grele (cu masa de 95, respectiv 155 kg), pentru perforarea găurilor medii, inclusiv instalațiile anexă necesare utilizării lor.

Uzinele de preparare și-au sporit capacitățile prin extinderea morilor pentru măcinarea autogenă, de capacități mari, și utilizarea unor celule de flotație perfecționate și de volume sporite (în prezent se experimentează prototipul celulei de 2 × 20 m realizată de uzina proprie de utilaj). S-a trecut la automatizarea unor faze din proces și la utilizarea televiziunii industriale.

* * *

Rezultatele eforturilor depuse s-au concretizat în repetatele depășiri de plan înregistrate la majoritatea unităților și pe centrală, în perioada 1965—1985, ceea ce le-a permis, unora dintre ele, să ocupe locuri fruntașe în întrecerea socialistă la nivelul ramurii (E.M. Cavnic, E.M. Ilba, E.M. Vatra Dornei, E.M. Băiuț, C.M. Baia Mare etc.). Exploatarea minieră

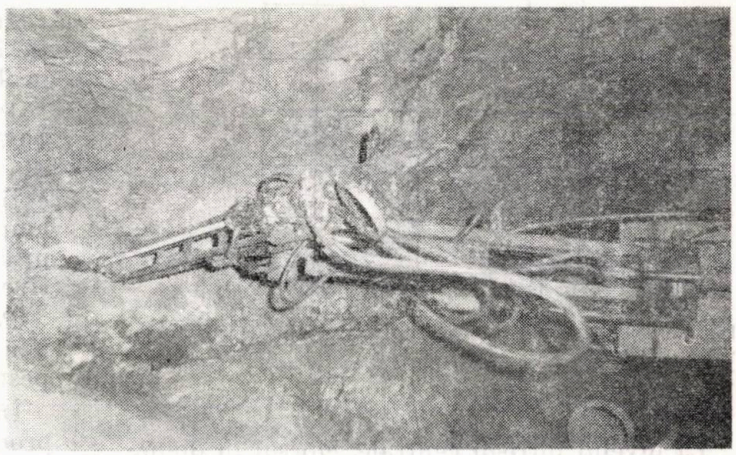


Fig. 5. Cărucior de perforare universal pe șenile (CPU-1s), realizat de Uzina de utilaj minier și reparații Baia Mare

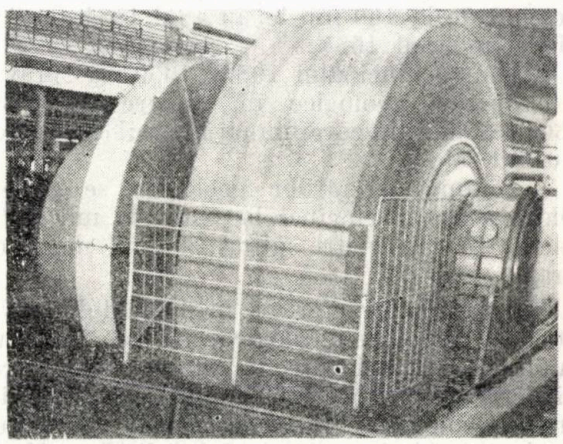


Fig. 6. Moară autogenă de mare capacitate

Cavnic, care s-a numărat constant printre unităţile cu rezultate bune, a obţinut de mai multe ori locul I în întrecere şi chiar titlul de Erou al Muncii Socialiste, fiind prima unitate din judeţul Maramureş şi din industria minieră a ţării care îşi vede încununate străduinţile cu această înaltă distincţie, simbol al competenţei, dăruirii, entuziasmului şi eficienţei în muncă.

Colectivele de oameni ai muncii din cadrul Centralei minereurilor Baia Mare sînt hotărîte ca şi în viitor să depună eforturi susţinute, întreaga lor pricepere şi putere de muncă, pentru a realiza sarcinile de plan ale anului 1985, cît şi importantele sarcini care le revin din Directivele Congresului al XIII-lea al P.C.R. pentru cincinalul 1986—1990.

Realizări şi perspective în domeniul substanţelor nemetalifere

Ing. C. Smărăndescu
director C.S.N. Bucureşti

Dezvoltarea economiei naţionale, rezultat al politicii înţelepte a Partidului Comunist Român şi a statului român, implică dezvoltarea bazei tehnico-materiale a ţării.

În acest sens, industriei extractive îi revine un rol covîrşitor pentru asigurarea bazei de materii prime minerale. Dintre sectoarele industriei miniere extractive, sectorul substanţelor nemetalifere este solicitat pentru producţia bunurilor materiale din aproape toate ramurile economiei naţionale; numai unităţile Centralei sării şi nemetaliferelor realizează, în mod curent, 23 grupe de produse cu peste 120 sortimente calitative.

Dezvoltarea sectorului de substanţe nemetalifere a cunoscut un salt important după cel de-al IX-lea Congres al Partidului Comunist Român, ajungînd în anul 1985 la niveluri de producţie care reprezintă creşteri la majoritatea produselor de 5—7 ori faţă de nivelurile din anul 1965.

Creşteri însemnate s-au înregistrat la producţia de cuarţ preparat, caolin preparat, cretă, dolomită, bentonită preparată, sare solidă şi în soluţie, grafit, nisipuri pentru turnătorie şi industria sticlei, calcar pentru industriile siderurgică, chimică şi alimentară şi altele.

Această dezvoltare a fost posibilă ca urmare a eforturilor făcute pentru punerea în evidenţă a zăcămintelor de substanţe nemetalifere, stabilirea tehnologiilor de valorificare a acestora şi realizarea unui important volum de investiţii pentru deschiderea de noi mine şi cariere, precum şi pentru construirea instalaţiilor de preparare. De subliniat că numai în perioada 1981—1985 s-au alocat 2,7 miliarde lei pentru dezvoltarea capacităţilor de producţie şi realizarea unor obiective noi.

În prezent Centrala sării şi nemetaliferelor exploatează, prin unităţile sale miniere, un număr de 59 zăcăminte, situate în 20 de judeţe ale ţării.

Aplicarea unor tehnologii de preparare perfecţionate a condus la obţinerea unor produse de calitate superioară, competitive cu produsele importate, satisfăcînd în cea mai mare măsură beneficiarii.

Preocupările şi eforturile depuse de către specialiştii din acest domeniu se concretizează în realizarea de noi produse, dintre care unele de vîrf, ca:

— bentonită micronizată şi activată pentru fluide de foraj, lianţi de turnătorie pentru industria alimentară etc.;

— caolinuri tratate chimic, calcinate şi micronizate pentru cabluri electrice, materiale de umplere, produse chimice, paste de şlefuit;

— caolin cu 82—84% grad de alb pentru industria hîrtiei;

— feldspat sodic şi potasic pentru industria sticlei, ceramicii fine, ceramicii pentru construcţii şi ceramicii sanitare etc.;

— masă cuarţoasă pentru ştamparea cuptoarelor electrice cu inducţie; masă de ştampare acidă pentru oale de turnare şi cubilouri;

— dolomită granulată pentru industriile siderurgică şi chimică, dolomită granulată şi măcinată pentru industria sticlei;

— cuarţ şi cuarţită reparată pentru producţia de feroaliaje şi pentru fabricarea siliciului elementar;

— sorturi de grafit cu conţinut de 80—95% C pentru diverse utilizări în industrie;

— paste şi vopsele refractare pe bază de grafit;

— tuf vulcanic preparat pentru industria chimică;

— diverse sorturi de diatomită şi altele.

La realizările obţinute în dezvoltarea ramurii de substanţe nemetalifere, pe lîngă eforturile depuse de oamenii muncii, de cadrele de specialitate din unităţi, un aport însemnat a fost adus de specialiştii Institutului de cercetări şi proiectări miniere pentru substanţe nemetalifere — I.C.P.M.S.N. din Cluj-Napoca — înfiinţat în anul 1974, a cărui activitate este axată pe stabilirea tehnologiilor de extragere, preparare mecanică şi tratare chimică a substanţelor

minerale, asimilarea de noi utilaje de preparare și exploatare și proiectarea noilor obiective de investiții. În colaborare cu specialiștii din unități și centrală, specialiștii institutului au reușit să găsească soluții eficiente pentru valorificarea superioară a zăcămintelor de substanțe nemetalifere. Astfel, au fost cercetate, încheiate și aplicate cu rezultate favorabile, în producție, tehnologiile privind :

— flotația feldspatului de Muntele Rece ;
— tratarea chimică a caolinului ;
— producerea unor sorturi de grafit de calitate superioară ;
— prepararea riolitului caolinizat de la Parva ;
— obținerea granulelor suport pentru pesticide din diatomita de Adamclisi ;
— prepararea, pe cale umedă, a argilelor refractare de la Șuncuiuș ;
— exploatarea sării în camere mici cu pilieri pătrați ;
— asimilarea unor utilaje tehnologice de preparare (hidrocicloane din cauciuc, utilaje pentru micronizarea și clasarea pneumatică a bentonitei, utilaje pentru clasarea hidraulică a nisipurilor cuarțoase, filtre-presă etc.).

În ultimii ani, activitatea de cercetare tehnologică a fost orientată spre asimilarea de produse nemetalifere de puritate ridicată, care să înlocuiască importul, cum ar fi : caolinuri calcinate, micronizate, tratate chimic pentru cablurile electrice de înaltă tensiune, turnătorii de precizie și fabricarea PVC ; diatomită pentru filtrarea produselor alimentare vin, bere, uleiuri vegetale, amidon, glucoză) ; argile și bentone organofilizate pentru emailuri, antideponenți în industria lacurilor și vopselelor, pentru forajul de mare adîncime ; grafit de înaltă puritate pentru industria electrotehnică, turnătorii, produse chimice, creioane, catalizatori cu vanadiu ; tufuri suport pentru pesticide și alte utilizări ; materiale pentru paste abrazive de șlefuit ; talc pentru produse farmaceutice și cosmetice.

În vederea asigurării economiei naționale cu astfel de produse, s-a trecut la realizarea unor linii tehnologice de mic tonaj la I.C.P.M.S.N Cluj-Napoca, precum și la realizarea unor obiective noi pe lîngă unitățile miniere (C.M. Cluj, I.M. Rîmnicu Vîlcea, I.M. Harghita, I.M. Dobrogea, I.M. Orșova, I.S. Ocna Mureș).

În cincinalul 1986—1990, sînt prevăzute, de asemenea, creșteri substanțiale de producție la majoritatea substanțelor nemetalifere, în concordanță cu dezvoltarea ramurilor industriilor consumatoare.

Tot în cincinalul următor, vor fi atrase în circuitul economic noi zăcăminte de substanțe nemetalifere ca : diatomita de Filia, brucitul de la Budureasa, nisipurile cuarțoase de Caraorman, calcarul siderurgic de Băneasa, sarea de Turda etc.

Pentru punerea în exploatare a acestor zăcăminte, în cincinalul 1986—1990, în vederea valorificării substanțelor utile, au fost alocate fonduri în valoare de 3,7 miliarde lei, ceea ce reprezintă o creștere de 37 % față de cincinalul actual. Toate obiectivele noi vor fi reali, zate pe baza tehnologiilor proprii, urmărindu-se obținerea unor produse de bună calitate, a unonoi sortimente și valorificarea lor superioarăr cu eficiență sporită.

Sîntem ferm convinși că prin dezvoltarea sectorului de substanțe nemetalifere ne aducem un aport la dezvoltarea întregii economii naționale, contribuind, în acest mod, la traducerea în fapt a Directivelor celui de-al XIII-lea Congres al Partidului Comunist Român.

Mobilizați de chemarea partidului, a secretarului său general, tovarășul **Nicolae Ceaușescu**, de a ne spori contribuția la dezvoltarea economiei naționale în spiritul de înaltă exigență, imprimat activității de cercetare și inginerie tehnologică de către tovarășa academician doctor inginer **Elena Ceaușescu**, ne vom intensifica activitatea pentru a îndeplini sarcinile de mare răspundere ce ne revin în descoperirea și valorificarea superioară a zăcămintelor de substanțe nemetalifere.

Probleme actuale privind derocarea în cariere cu explozivi amplasaţi în găuri de sondă

Prof. dr. ing. **D. Fodor**
conf. dr. ing. **I. Rotunjanu**
şef. lucr. dr. ing. **M. Georgescu**
şef. lucr. ing. **V. Voin**
şef. lucr. ing. **A. Boyte**
Institutul de Mine Petroşani

I. Introducere

Dezvoltarea într-un ritm accentuat a economiei multor ţări din lume, printre care se numără şi România, a atras după sine şi creşterea considerabilă a necesarului de materii prime minerale, dintre care o bună parte se obţin prin exploatarea zăcămintelor în cariere.

De aproape 25 de ani, exploatarea la zi a zăcămintelor este în continuă dezvoltare în toată lumea, atit ca volum de producţie pe unitatea de exploatare, cit şi ca număr de întreprinderi.

În România se constată, de asemenea, o creştere a producţiei de materii prime extrase în cariere faţă de producţia totală de substanţe minerale utile.

Luînd în considerare numai rocile tari, în ultimii 20 de ani au fost deschise şi puse în exploatare, prin lucrări la zi, zăcămintele de banatite cuprifere de la Moldova Nouă, andezitele cuprifere de la Roşia Poieni şi Valea Morii, rocile cu sulf din Munţii Călimani, şisturile bituminoase combustibile de la Anina, minereurile cuprifere de la Coranda-Hondol etc., pentru a exemplifica numai cîteva din cele mai mari cariere.

În condiţiile tehnicii actuale, extragerea rocilor tari şi foarte tari în cariere se realizează, aproape exclusiv, cu ajutorul explozivilor, recurgîndu-se la alte metode numai atunci cînd folosirea acestora duce la fisurarea rocilor şi la degradarea masivului, iar producţia obţinută nu mai corespunde scopului urmărit.

În funcţie de condiţiile de lucru şi de natura rocilor supuse dislocării, extragerea cu explozivi se face prin mai multe procedee : cu explozivi amplasaţi în găuri de mină obişnuite, cu găuri de sondă, în galerii de minare sau combinat — în galerii de minare şi găuri de sondă.

Referitor la procedeele de extragere, se subliniază că prin „Normele republicane de protecţia muncii în exploatările miniere la zi", editate în anul 1976 de Ministerul Muncii, Ministerul Industrializării Lemnului şi Materialelor de Construcţii şi Ministerul Minelor, precum şi prin „Normele de protecţie a muncii în exploatările miniere la zi", editate de Ministerul Minelor în anul 1983, aplicabilitatea galeriilor de minare este limitată la extragerea primei trepte din carieră, în situaţiile în care nu sînt condiţii de folosire a găurilor de sondă, din cauza terenurilor accidentate, a lipsei căilor de acces şi a platformelor de lucru. De asemenea, în condiţiile actualelor volume de masă minieră extrase din exploatări la zi, aplicarea găurilor de mină este restrînsă numai la realizarea unor lucrări de mică anvergură sau la efectuarea unor lucrări auxiliare în cariere.

Ţinînd seama de avantajele deosebite pe care le are utilizarea derocării cu găuri de sondă, procedeul are extinderea cea mai mare în exploatările miniere la zi. Dintre avantajele extragerii cu găuri de sondă, reţinem : operaţiile ce se execută în cadrul acestui procedeu sînt mai simple decît în cazul derocării cu galerii de minare, nereclamînd mult timp, materiale şi multă manoperă ; prin derocare cu găuri de sondă se obţin trepte cu taluzuri şi berme de lucru de geometrie regulată ; prin alegerea corespunzătoare a parametrilor împuşcării, se asigură o granulometrie uniformă a materialului derocat, reducînd mult volumul blocurilor supragabarit şi al împuşcărilor secundare ; utilajele de încărcare şi de transport au un coeficient destul de ridicat de utilizare ; efectul seismic este redus în comparaţie cu cel provocat la folosirea galeriilor de minare ; pericolul accidentelor tehnice şi de muncă este mai mic decît în cazul altor procedee de lucru.

II. Derocarea cu găuri de sondă

Derocarea în exploatarea la zi cu explozivi amplasaţi în găuri de sondă s-a dezvoltat o dată cu perfecţionarea utilajelor din fluxul tehnologic, ajungîndu-se ca astăzi să aibă ponderea cea mai mare printre metodele de impuşcare la zi.

Cercetările întreprinse în ultimii ani în domeniul derocării cu explozivi amplasaţi în găuri de sondă au avut drept rezultat introducerea în practică a unor procedee şi metodologii de lucru noi, care au dus la utilizarea într-un grad mai înalt a energiei explozivului, obţinerea unei sfărîmări mai bune şi a unei granulaţii omogene a materialului derocat. A crescut, astfel, productivitatea muncii şi s-au redus cos-

turile de extragere. În această direcţie se pot cita următoarele procedee : încărcăturile cu intervale de aer, împuşcarea în mediu comprimat, împuşcarea cu conturarea prealabilă a masivului de dislocat etc.

La proiectarea lucrărilor de forare-împuşcare trebuie rezolvate o serie de probleme legate de : alegerea utilajului de forare şi a tipului de exploziv, stabilirea reţelei de amplasare a găurilor de sondă, alegerea utilajelor de încărcare şi transport, limitarea influenţei împuşcărilor asupra taluzurilor definitive ale carierei, a obiectivelor social-culturale din zonă etc.

În marile exploatări la zi din România găurile de sondă întrebuinţate au diametrele de 110—250—300 mm şi sînt forate cu instalaţii de construcţie românească (FC—60 şi FC—250) şi străină, între care predomină cele de tipul SBŞ—200, SBŞ—250.

Ca explozivi, sînt mai frecvent utilizaţi, următorii : amestecurile simple de azotat de amoniu şi motorină (Nitramon), azotat de amoniu + + motorină + pulberi Al (tip AMAL), nitrogelurile ; pentru iniţiere, se folosesc astralita şi dinamita. În general, se lucrează cu reţele pătrate şi în eşichier, găuri de sondă verticale şi înclinate amplasate în reţele variabile funcţie de condiţiile locale (fig. 1).

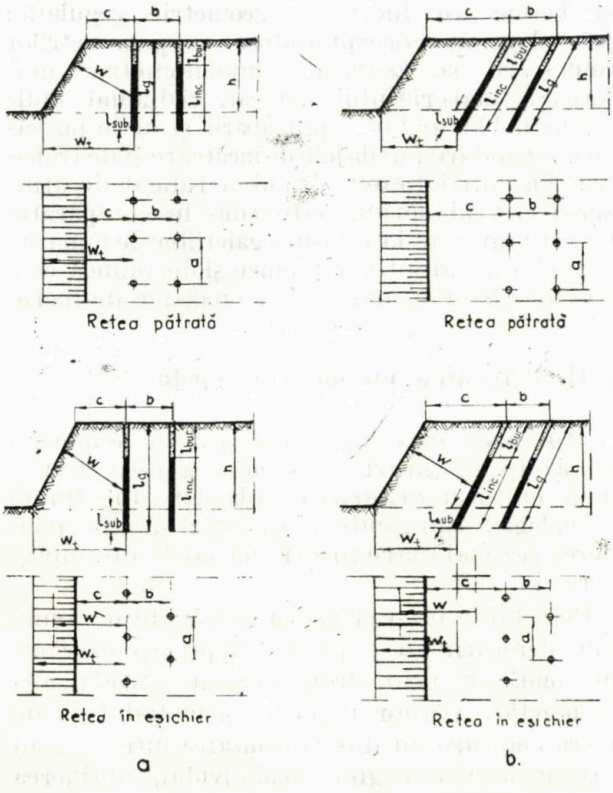


Fig. 1. Amplasarea găurilor de sondă pe treptele de extragere : *a* — găuri de sondă verticale ; *b* — găuri de sondă înclinate

III. Lungimea blocului de exploatare în cariere

În cazul lungimilor mari de intrînd (treaptă), este necesară împărţirea acestuia în blocuri de exploatare, care se vor extrage independent.

Lungimea şi numărul blocurilor în care se împart treptele sînt determinate de condiţiile de prezentare ale zăcămîntului, de înălţimea treptelor, de utilajul folosit la extragere şi de mijloacele de transport întrebuinţate.

Există situaţii cînd această lungime este impusă de factori naturali (condiţii de relief, falii, calităţi diferite ale materiei prime minerale etc.), dar de cele mai multe ori ea trebuie stabilită astfel încît productivitatea utilajului de excavare şi transport să fie maxime, iar cheltuielile de extragere minime.

Problema optimizării lungimii unui bloc de exploatare este complexă, rezolvarea ei impune luarea în considerare a unui număr însemnat de factori de influenţă.

De regulă, în proiectare se stabilesc lungimi de bloc pentru fiecare factor în parte, alegîndu-se în final acea valoare care satisface toate condiţiile impuse.

Din analizele efectuate în carierele unde se extrag roci tari s-a desprins concluzia că aceşti factori pot fi grupaţi în trei categorii :

- factori care influenţează asupra cheltuielilor de pregătire a blocului pentru forare-împuşcare ;
- factori legaţi direct de forarea şi împuşcarea găurilor de sondă din bloc ;
- factori care influenţează asupra reducerii eficienţei extragerii ca urmare a staţionării utilajelor în timpul operaţiilor de împuşcare a masivului.

Pe baza celor enunţate mai sus se evidenţiază următoarele categorii de cheltuieli aferente extragerii unui bloc de exploatare :

— cheltuieli cu pregătirea documentaţiei de forare-împuşcare şi cu măsurătorile topografice efectuate în vederea delimitării blocului ;

— cheltuieli cu nivelarea bermei pe care se forează ;

— cheltuieli cu montarea şi demontarea reţelei electrice şi cu deplasarea utilajelor din zonă ;

— cheltuieli cu forarea găurilor de sondă ;

— cheltuieli cu lucrările de împuşcare ;

— cheltuieli cu sfărîmarea secundară ;

— cheltuieli generate de nefuncţionarea utilajelor în timpul operaţiilor de încărcare a găurilor de sondă cu explozivi şi a împuşcării acestora.

Ancheta efectuată de autori la cîteva din carierele mari din România, unde extragerea rocilor se efectuează prin lucrări de forare-împuşcare, a arătat că în aceste unităţi (ca de altfel la toate carierele) cheltuielile legate direct de extragerea blocurilor de exploatare sînt evidenţiate sub altă formă.

Pentru a putea optimiza lungimea blocurilor de exploatare, luînd drept criteriu de optimizare cheltuielile minime, se impune efectuarea unor analize complexe, avînd la bază o metodologie îmbunătățită prin care să se poată face această evidență, punîndu-se astfel la îndemîna cercetătorului, dar și a tehnologului, date care le vor ușura activitatea.

O influență deosebită asupra mărimii lungimii blocului de exploatare îl are și mijlocul de transport folosit în carieră. În cele ce urmează se dau relații de calcul ale lungimii minime a unui bloc de exploatare în funcție de mijlocul de transport utilizat, considerîndu-le ca relații restrictive în funcția „scop" a cheltuielilor efectuate pentru extragerea unui bloc de exploatare.

Astfel, *în cazul transportului în carieră pe cale ferată* :

$$L_{b\,min} = \frac{t_{zi} \cdot T \cdot Q_h \cdot \eta_e \cdot \eta_t \cdot \eta_0}{A \cdot H}, \text{ m}, \qquad (1)$$

unde :

t_{zi} este numărul orelor de lucru ale excavatorului într-o zi, h ;
T — timpul în care se extrage blocul de exploatare, zile ;
Q_h — productivitatea teoretică a excavatorului, m³/h ;
η_e — coeficient de extragere ;
η_t — coeficient de utilizare în timp a excavatorului ;
η_0 — coeficient de asigurare a frontului de lucru cu garnituri de vagoane goale $\eta_0 = 0{,}65-0{,}7$ pentru schemele de transport în fund de sac) ;
A — lățimea intrîndului, m ;
H — înălțimea treptei, m.

Pentru transportul pe cale ferată lungimea obișnuită a unui bloc este de 400—600 m, numărul lor pe o treaptă nedepășind de regulă 3.

În cazul transportului auto în carieră :

$$L_{b\,min} = \frac{n_{sch} \cdot T \cdot Q_{sch}}{A \cdot H}, \text{ m}, \qquad (2)$$

unde :

n_{sch} este numărul schimburilor, sch/zi ;
Q_{sch} — productivitatea de exploatare a excavatorului, m³/sch ;

Celelalte notații au aceleași semnificații ca pentru relația (1).

În practică, lungimea blocului în cazul transportului auto este de 100—300 m, iar numărul lor pe o treaptă poate fi de 5—6.

În cazul transportului cu bandă în carieră și extragerea cu excavatoare cu acțiune continuă, lungimea blocului este, de obicei, egală cu lungimea intrîndului (treptei), care poate fi de 1 000—1 500 m și chiar 2 000 m.

Pentru asigurarea continuității lucrărilor la extragerea rocilor tari prin lucrări de forare-împușcare, blocurile se împart de obicei în trei părți (fig. 2) : în prima parte se execută încărcarea rocii, în partea a doua materialul este împușcat și se găsește în rezervă pentru a fi încărcat, iar în partea a treia se forează găurile în vederea încărcării lor cu explozivi și împușcării.

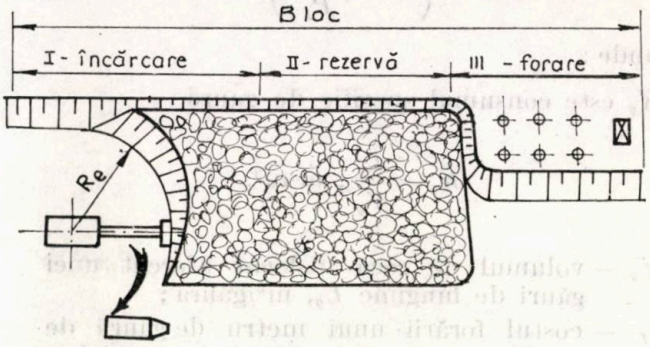


Fig. 2. Împărțirea blocului în părți pentru asigurarea continuității lucrului

Într-un bloc trebuie să existe o cantitate totală de material împușcat care să asigure funcționarea excavatorului pe o durată de 3—10 zile, în decursul căreia nu se ajunge la aglomerarea și cimentarea materialului afînat.

IV. Necesitatea optimizării lucrului cu găuri de sondă în vederea unei activități eficiente

Avînd în vedere că ponderea cheltuielilor cu derocarea rocilor reprezintă pînă la 40% din totalul cheltuielilor de exploatare într-o carieră, este necesară acordarea unei atenții deosebite conducerii lucrărilor de extragere cu explozivi.

O influență determinantă, asupra creșterii eficienței acestor lucrări, o are alegerea optimă a rețelei de amplasare a găurilor de sondă în fronturile de lucru.

Pornind de la faptul că criteriul universal și obiectiv al evaluării unei activități îl constituie eficiența economică, pentru optimizarea rețelei de amplasare a găurilor de sondă s-a luat drept criteriu de optimizare cheltuielile minime efectuate cu forarea găurilor de sondă, cu materialele explozive consumate cu burajul, cu amortismentul utilajelor și cu sfărîmarea secundară.

Așadar, funcția scop a cheltuielilor minime se exprimă astfel :

$$C_t = \sum_{i=1}^{6} C_i \rightarrow min, \text{ lei/m}^3, \qquad (3)$$

unde :

C_i reprezintă următoarele cheltuieli ce au fost luate în considerare.

a. Cheltuieli cu forarea găurilor de sondă

$$C_1 = K_g\left(c_f + \frac{C_f \cdot a_f}{P_f}\right), \text{ lei/m}^3, \qquad (4)$$

unde :

K_g este consumul specific de gaură :

$$K_g = \frac{L_g}{V_g}, \text{ m/m}^3,$$

V_g — volumul de rocă dislocat aferent unei găuri de lungime L_g, m³/gaură ;

c_f — costul forării unui metru de gaură de sondă (manoperă, energie, materiale), lei/m ;

C_f — prețul forezei, lei ;

a_f — cota anuală de amortisment pentru foreză ;

P_f — productivitatea de exploatare a forezei, m/an.

Deci ;

$$C_1 = \frac{L_g}{V_g}\left(c_f + \frac{C_f \cdot a_f}{P_f}\right), \text{ lei/m}^3.$$

b. Cheltuieli cu explozivul folosit

$$C_2 = K_e \cdot \left(c_{eb} + \frac{k}{100}\, c_{ei}\right), \text{ lei/m}^3,$$

în care :

K_e este consumul specific de exploziv de bază,

$$K_e = \frac{Q_g}{V_g}, \text{ kg/m}^3,$$

Q_g — cantitatea de exploziv într-o gaură:

$$Q_g = 7{,}85 \cdot D^2 \cdot \Delta \cdot L_{inc}, \text{ kg}.$$

Se admite :

$L_{inc} = 0{,}7\ L_g$ și rezultă : $Q_g = 5{,}5\ D^2\Delta$, kg,

unde :

D este diametrul găurii de sondă, dm ;

Δ — densitatea de încărcare a găurii de sondă cu exploziv, kg/dm³ ;

k — procentul de exploziv de inițiere, % ;

c_{eb} și c_{ei} — costul explozivului de bază și de inițiere, lei/kg.

Deci :

$$C_2 = 5{,}5\ D^2\Delta\left(c_{eb} + \frac{k}{100}\, c_{ei}\right)\frac{L_g}{V_g}, \text{ lei/m}^3.$$

c. Cheltuieli cu materialul de aprindere

$$C_3 = K_a \cdot c_{cap} + K_f \cdot c_{fit}, \text{ lei/m}^3, \qquad (8)$$

în care :

K_a este consum specific de capse ;

$$K_a = \frac{n_{cap}}{V_g}, \text{ buc/m}^3,$$

n_{cap} — numărul capselor consumate la o gaură de sondă, buc/gaură ;

K_f — consumul specific de fitil :

$$K_f = \frac{l_{fit}}{V_g}, \text{ m/m}^3,$$

l_{fit} — lungimea fitilului aferent unei găuri de sondă, m/gaură ;

c_{cap} și c_{fit} — costul unei capse (lei/buc) și a unui metru de fitil, lei/m.

Deci :

$$C_3 = \frac{1}{V_g}(n_{cap} \cdot c_{cap} + l_{fit} \cdot c_{fit}), \text{ lei/m}^3. \qquad (9)$$

d. Cheltuieli cu burajul

$$C_4 = K_b . c_b, \text{ lei/m}^3, \qquad (10)$$

în care :

K_b este consumul specific de buraj :

$$K_a = \frac{V_b}{V_g} = \frac{S_g\,(L_g - L_{inc})}{V_g} = \frac{0{,}3\ L_g \cdot S_g}{V_g}, \text{ m}^3/\text{m}^3 ;$$

V_b — volumul burajului dintr-o gaură de sondă, m³ ;

S_g — secțiunea găurii de sondă, m² ;

S_g — 0,00785 D^2, unde D se ia în dm ;

L_{inc} — lungimea încărcăturii de exploziv dintr-o gaură de sondă, m ;

c_b — costul unui m³ de buraj, lei/m³.

Deci :

$$C_4 = \frac{0{,}0024\ D^2 \cdot L_g}{V_g}\, c_b, \text{ lei/m}^3. \qquad (11)$$

e. Cheltuieli cu încărcarea mecanizată a explozivului și a burajului în gaura de sondă

$$C_5 = \frac{C_{ie} \cdot a_{ie}}{P_{ie}}\,\frac{Q_g}{V_g} + \frac{C_b \cdot a_b}{P_b}\,\frac{L_{bur}}{V_g}, \text{ lei/m}^3, \qquad (12)$$

unde :

C_{ie} și C_b — prețul mașinii de încărcat exploziv, respectiv a celei de burat, lei ;

a_{ie} și a_b — cota anuală de amortizare pentru mașina de încărcat exploziv respectiv de burat ;

P_{ie} și P_b — productivitatea mașinii de încărcat exploziv, kg/an, respectiv a celei de burat, m/an.

Ținînd seama de relația stabilită pentru $Q_g = 5{,}5.L_g.D^2.\Delta$ și admițînd $L_{bur} = 0{,}3L_g$, rezultă :

$$C_5 = \frac{L_g}{V_g}\left(\frac{5{,}5\ D^2\Delta\ C_{ie}\cdot a_{ie}}{P_{ie}} + \frac{0{,}3\ C_b a_b}{P_{ie}}\right), \text{ lei/m}^3. \tag{13}$$

f. Cheltuieli cu sfărîmarea secundară

$$C_6 = c_s \cdot \frac{K}{100} \cdot V_g, \text{ lei/m}^3, \tag{14}$$

în care :

c_s — costul sfărîmării secundare, lei/m³ negabarit ;

K — procentul de negabarite, %.

Conform criteriului de optimizare ales, al structurii cheltuielilor și formulării matematice a problemei, se alcătuiește algoritmul general în următoarea succesiune : funcția scop, dependențele intermediare (variabilele dependente) și variabilele independente.

Funcția scop are următoarea formă generală :

$$C_t = \frac{L_g}{V_g}\left[c_f + \frac{C_f\cdot a_f}{P_f} + 5{,}5\ D^2\Delta\left(c_{eb} + \frac{k}{100}\ c_{ei}\right) + \right.$$

$$\left. + 0{,}0024.D^2.c_b + \frac{5{,}5,\ D^2\Delta\ C_{ie}\cdot a_{ie}}{P_{ie}} + \frac{0{,}3C_b\cdot a_b}{P_b}\right] +$$

$$+ \frac{1}{V_g}(n_{cap}\,c_{cap} + l_{fil}\cdot c_{fil}) + V_g\cdot\frac{c_s.K}{100} \rightarrow$$

$$\rightarrow \min, \text{ lei/m}^3. \tag{15}$$

Variabilele dependente, cuprinse în funcția scop, sînt :

$$L_g = \frac{H}{\sin\alpha} + l_{sub} = \frac{H}{\sin\alpha} + 0{,}3\,w_t, \text{ m}, \tag{16}$$

$$V_g = \frac{a\cdot H}{n}\,[w_t + (n-1)\ b], \text{ m}^3, \tag{17}$$

unde :

H este înălțimea treptei, m ;

α — unghiul de înclinare al găurii de sondă, grade ;

l_{sub} — lungimea subadîncirii, m ;

w_t — linia de rezistență la vatră, m ;

a — distanța dintre găurile de sondă ale unui rînd, m ;

b — distanța dintre rîndurile de găuri de sondă, m ;

n — numărul de rînduri de găuri de sondă.

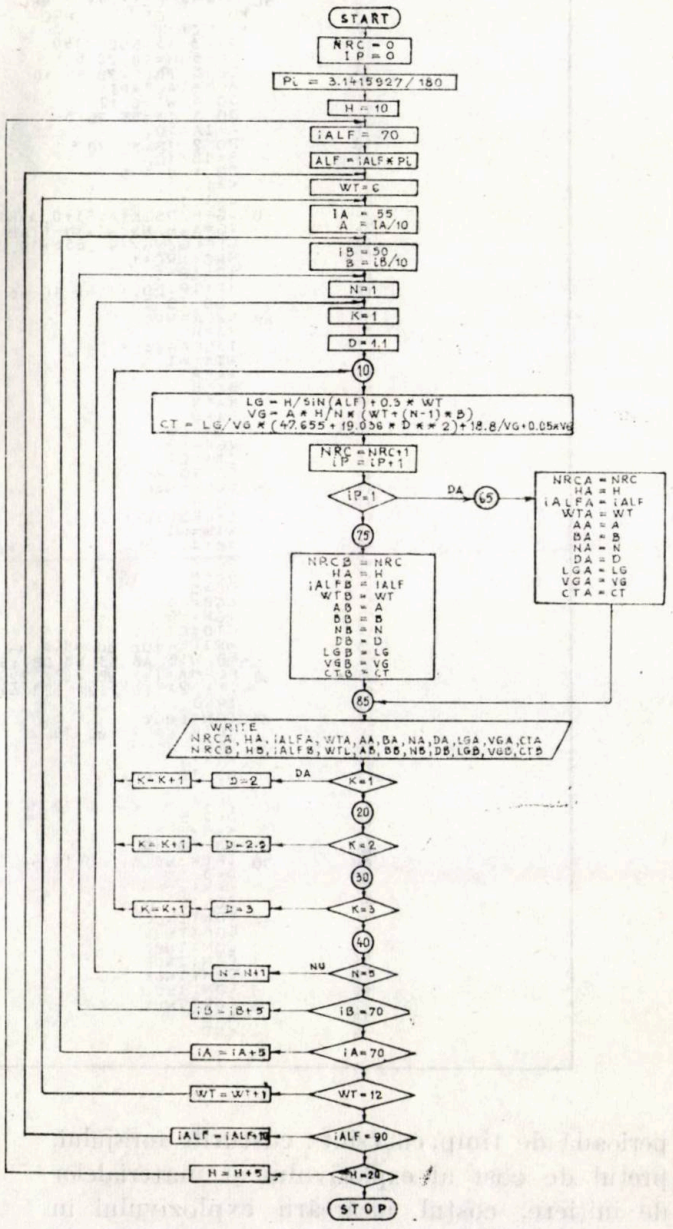


Fig. 3. Schema logică a programului de calcul a costului unitar

Variabilele independente se analizează în succesiunea : H, α, w_t, a, b, n, D.

Funcţia scop conţine o serie de parametri, care pentru majoritatea carierelor ce extrag roci tari au mărimi constante, într-o anumită perioadă de timp, cum sînt : costurile forajului, preţul de cost al explozivului şi materialelor de iniţiere, costul încărcării explozivului în găuri, durata de funcţionare a instalaţiilor de foraj etc.

Înlocuind aceşti parametri în condiţiile din România, în funcţia scop (15) rezultă :

$$C_t = \frac{L_g}{V_g}(47{,}655 + 19{,}063\,D^2) + \frac{18{,}8}{V_g} + 0{,}05\ V_g,\ \text{min}, \qquad (18)$$

unde L_g şi V_g sînt date de relaţiile (16) şi (17).

Parametrilor de forare-împuşcare, consideraţi ca variabile independente, li se dau valorile şi paşii următori :

$H = 10-20$ m (pas 5)

$\alpha = 70-90°$ (pas 10)

Programul de calculator *Tabelul 1*

```
STABILIREA VALORILOR FUNCTIEI SCOP A MODELULUI ECONOMICO - MATEMATIC

COMPILE FORTRAN OBL
FORTRNEM STARTED
      INTEGER H, WT
      INTEGER HA, HB, WTA, WTB
      REAL LG
      REAL LGA, LGB
      NRC=0
      IP=0
      WRITE(108,50)
   50 FORMA('1', 1X, * NRC    H    ALFA   WT    A     B     N     D    LG
     *G     CT       NRC    H    ALFA   WT    A     B     N     D    LG    LG
     *    CT')
      PI=3.141592/180.
      DO 6 H=10,20,5
      DO 5 IALF=70,90,10
      ALF=IALF*PI
      DO 4 WT=6,12
      DO 3 IA=55,70,5
      A=IA/10.
      DO 2 IB=50,70,5
      B=IB/10.
      DO 1 N=1,5
      K=1
      D=1.1
   10 LG=H/DSIN(ALF)+0.3*WT
      VG=A*H/N*(WT+(N-1)*B)
      CT=LG/VG*(47.655+19.063*D**2)+18.8/VG+0.05*VG
      NRC=NRC+1
      IP=IP+1
      IF(IP.EQ.1) GO TO 65
       GO TO 75
   65 NRCA=NRC
      HA=H
      IALFA=IALF
      WTA=WT
      AA=A
      BA=B
      NA=N
      DA=D
      LGA=LG
      VGA=VG
      CTA=CT
      GO TO 85
   75 NRCB=NRC
      HB=H
      IALFB=IALF
      WTB=WT
      AB=A
      BB=B
      NB=N
      DB=D
      LGB=LG
      VGH=VG
      CTB=CT
      WRITE(108,60,NRCA,HA,IALFA,WTA,AA,BA,NA,DA,LGA,VGA,CTA,NRCB,HB,IAL
     *FB,WTB,AB,BB,NB,DB,LGB,VGB,CTB
   60 FORMAT(1X,I8,2(2X,I2),4X    ,I2,2(2X,F4.1),2X,I2,2(2X,F4.1),2(2X,F6
     *.1),2X,I5,2(2X,I2),4X,I2,2(2X,F4.1),2X,I2,2(2X,F4.1),2(2X,F6.1))
      IP=0
   85 CONTINUE
      IF(K.NE.1) GO TO 20
      D=2
      K=K+1
      GO TO 10

   20 IF(K.NE.2) GO TO 30
      D=2.5
      K=K+1
      GO TO 10
   50 IF(K.NE.3) GO TO 40
      D=3
      K=K+1
      GO TO 10
   40 CONTINUE
    1 CONTINUE
    2 CONTINUE
    3 CONTINUE
    4 CONTINUE
    5 CONTINUE
    6 CONTINUE
      STOP
      END
```

$w_t = 6-12$ m (pas 1)

$a = 5{,}5-7$ m (pas 0,5)

$b = 5-7$ m (pas 0,5)

$n = 1-5$ (pas 1)

$D = 1{,}1\ ;\ 2\ ;\ 2{,}5\ ;\ 3$ dm.

În aceste condiții modelul matematic furnizează 25 200 variante de calcul pentru a căror rezolvare s-a întocmit schema logică (fig. 3) și apoi programul scris în limbajul FORTRAN pentru calculatorul FELIX-256 (tab. 1).

V. Analiza rezultatelor obținute prin rezolvarea cu ajutorul calculatorului a modelului economico-matematic stabilit pentru optimizarea rețelei de amplasare a gaurilor de sonda

Analiza rezultatelor obținute la calculator permite stabilirea parametrilor rețelei de amplasare a găurilor de sondă pentru diverse situații întîlnite în practică.

Din listele tipărite de calculator se extrag valorile minime ale cheltuielilor totale, constatîndu-se că acestea practic nu sînt influențate de variația unghiului de înclinare al găurii de sondă (în limitele impuse $\alpha = 70-90°$), pentru toți ceilalți parametri constanți.

Așadar, cheltuielile minime se obțin pentru următoarele valori ale parametrilor analizați: $H = 10$ m; $w_t = 6$ m; $a = 5{,}5$ m; $b = 5$ m; $n = 5$ și $D = 1{,}1$ dm. Se constată că aceste mărimi reprezintă limitele inferioare ale domeniului de variație, cu excepția numărului de rînduri de găuri împușcate deodată, care reprezintă limita superioară impusă. Concluzia care ar rezulta imediat, că reducerea dimensiunilor rețelei de amplasare a găurilor de sondă ar influența favorabil asupra eficienței de extragere cu explozivi, trebuie corectată cu precizarea că aceasta va fi defavorabilă cheltuielilor C_1-C_5 și favorabilă doar cheltuielilor C_6, adică cheltuielile cu sfărîmarea secundară. În plus, trebuie să se țină seama și de restricția referitoare la volumul minim de masă derocată la o împușcare, volum ce trebuie corelat cu productivitatea utilajului de încărcare a rocii. Așadar, apare necesitatea ca odată cu creșterea dimensiunilor rețelei de amplasare a găurilor de sondă să se stabilească foarte corect valoarea consumului specific de exploziv și să se aleagă corespunzător diametrul găurilor de sondă. În felul acesta procentul de supragabarite K trebuie să se reducă și implicit cheltuielile C_6.

Din analiza listelor tipărite de calculator se desprind următoarele concluzii:

— odată cu creșterea înălțimii treptelor de extragere, păstrîndu-se constanți ceilalți parametri independenți, crește și valoarea cheltuielilor totale (fig. 4);

— creșterea numărului de rînduri de găuri împușcate deodată cu mai mult de 3 nu are o influență sensibilă asupra cheltuielilor totale (fig. 5);

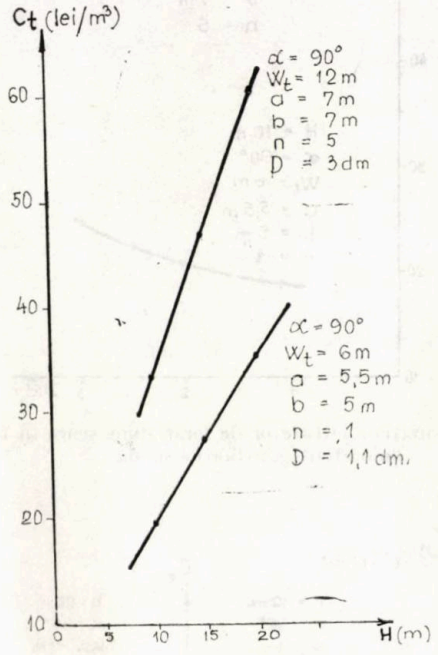


Fig. 4. Variația cheltuielilor de forare-împușcare în funcție de înălțimea treptelor de extragere

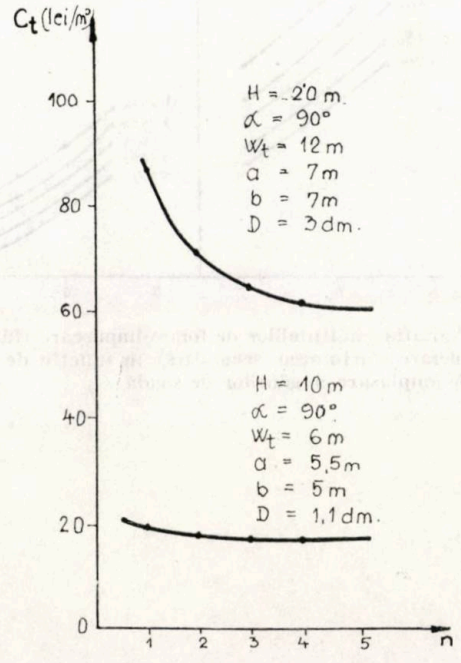


Fig. 5. Variația cheltuielilor de forare-împușcare în funcție de numărul rîndurilor găurilor de sondă împușcate deodată

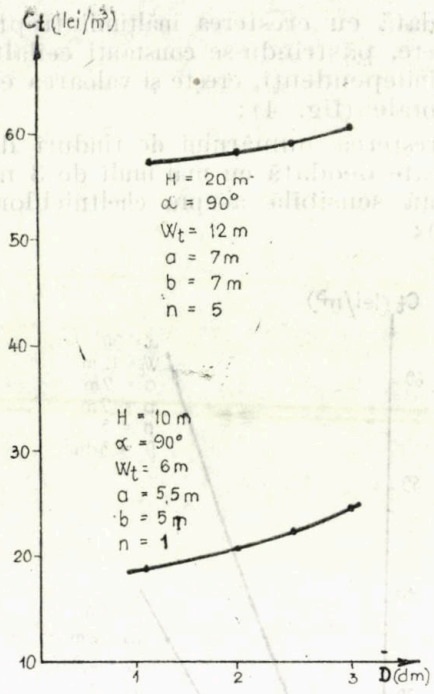


Fig. 6. Variația cheltuielilor de forare-împușcare în funcție de diametrul găurilor de sondă

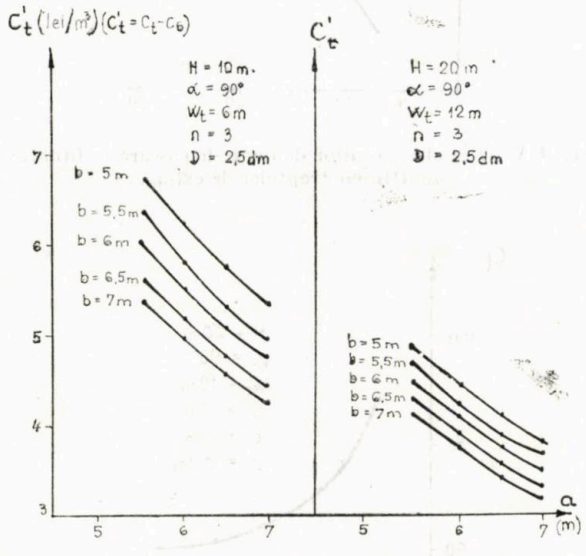


Fig. 7. Variația cheltuielilor de forare-împușcare (fără a lua în considerare sfărîmarea secundară) în funcție de rețeaua de amplasare a găurilor de sondă

— la aceeași rețea de amplasare a găurilor de sondă creșterea diametrului acestor găuri duce la mărirea cheltuielilor totale (fig. 6);

— reducerea procentului de supragabarite are o influență hotărîtoare asupra cheltuielilor totale. Prin eliminarea lui C_6 din C_t (s-a considerat cazul $K = 0$, situație care se întîlnește la o serie de cariere din România) se constată că odată cu creșterea valorilor parametrilor de forare-împușcare cheltuielile aferente scad (fig. 7). Deci efectul este contrar celui prezentat mai sus. Așadar, se impune acordarea unei atenții deosebite granulometriei materialului derocat.

Concluzii

Creșterea, în ultima perioadă de timp, a capacităților de producție a carierelor ce extrag zăcăminte de tărie mare și accentuarea acestei creșteri în viitor sau punerea în exploatare a noi capacități în România ridică probleme din ce în ce mai mari privind eficiența acestor exploatări la zi. Unul din factorii determinanți îl constituie derocarea cu ajutorul explozivilor a căror pondere în cheltuielile generale este semnificarivă.

De aici apare necesitatea optimizării acestui complex de operații, luîndu-se drept criteriu de optimizare cheltuielile aferente .

În lucrare se prezintă, pentru prima dată pentru condițiile din România, o metodologie de optimizare care apelează, în final, la tehnicile de calcul moderne și cu ajutorul cărora s-au putut desprinde o serie de concluzii privind direcțiile în care trebuie să se acționeze pentru obținerea unei eficiențe dorite.

Relațiile de calcul stabilite, cît și schema logică elaborată, permit tehnologilor și proiectanților o rapidă evaluare a situației concrete din teren și o reglare a parametrilor în limitele determinate de o anumită conjunctură tehnico-economică.

Bibliografie

[1] Fodor, D. ș. a. *Exploatări miniere la zi. Exemple de calcul*. Ed. tehnică, 1983.

[2] Guşcin, V. I. *Culegere de probleme in tehnica folosirii explozivilor*. Ed. tehnică, 1974.

[3] Rjevschi, V. V. ș. a. *Naucinîie osnovi proiektirovania karierov*. Izd. Nedra, 1971.

În figura 2 se prezintă curbele de durabilitate (Wöhler) pentru îmbinări 4 $^1/_2$ *FH* prestrînse cu 27 100 Nm (fig. 2*a*) și pentru îmbinări neprestrînse (fig. 2*b*), conform [15; 29].

Încercările efectuate pentru combinații de solicitări moment de torsiune oscilant și forță axială constantă au evidențiat faptul că rezistența la oboseală are valori relativ ridicate, în schimb rezistența la oboseală sub acțiunea forței axiale oscilante și momentului de torsiune constant are valori mici (50...60 N/mm pentru îmbinări 2 $^3/_8$ IF, 57 N/mm^2 pentru îmbinări 3 $^1/_2$ IF și 59 N/mm^2 pentru îmbinări 3 $^1/_1$ *FH* [12]).

Rezultatele prezentate evidențiază necesitatea desfășurării unor cercetări sistematice privind caracteristicile metalurgice, mecanice și de oboseală, care să ofere noi date pentru estimarea rezistenței la oboseală a elementelor garniturii de foraj și a factorilor care o influențează.

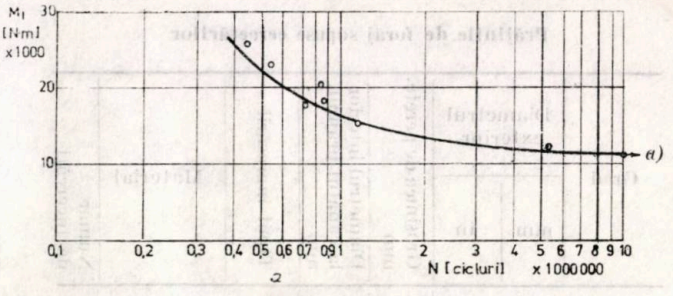
III. Cercetarea rezistenței la oboseală

1. Elementele garniturii de foraj supuse cercetărilor

Cercetările proprii s-au efectuat asupra următoarelor elemente:

- prăjini de foraj de dimensiuni 3 $^1/_2$ și 5 in din diferite clase de rezistență;
- racorduri speciale și reducții de dimensiuni 3 $^1/_2$ in, de diferite variante constructive (*FH* și *IF*);
- racorduri speciale executate din lingouri obținute prin retopire în baie de zgură, cu dimensiunea 2 $^7/_8$ *REG*.

Prăjinile de foraj cu racorduri speciale sudate supuse cercetărilor (STAS 8037/1-75, API 5 A și 5AX) sînt executate în țara noastră cores-



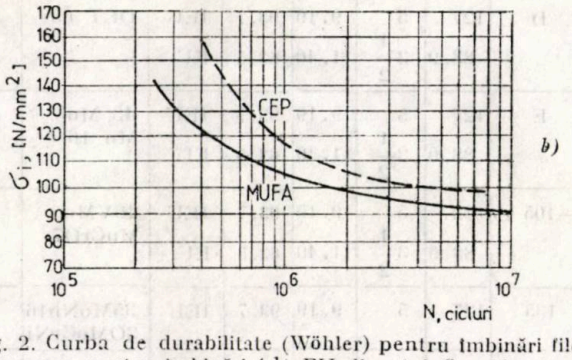


Fig. 2. Curba de durabilitate (Wöhler) pentru îmbinări filetate; *a* — pentru îmbinări 4 $^1/_2$ FH din oțel Cr—Mo, înșurubate cu 27 100 Nm [15]; *b* — rezistență la oboseală a elementelor îmbinării filetate cep și mufă [29]

Analiza chimică a materialului prăjinilor de foraj (prescripții, valori reale limită și medii) *Tabelul 2*

Grad	Material și tratament	Compoziția chimică, %										Punctajul grăuntelui de austenită	Număr de probe
		C	Si	Mn	Cr	Mo	S	P	V	Ni	Al		
D	OLT 65	0,42—0,50	0,22—0,40	0,70—1,0	—	—	max. 0,045	max. 0,040	—	—	—		7
	normalizat	0,43—0,52 0,487	0,18—0,34 0,270	0,71—0,90 0,798	—	—	0,01—0,02 0,015	0,012—0,03 0,0214	—	—	uneori 0,018	6—10 8	
E	43MoNn16	0,40—0,46	0,15—0,35	1,50—1,70	—	min. 0,16	max. 0,040	max. 0,040	—	—	—	8—10 9	10
	normalizat și revenit	0,40—0,51 0,45	0,18—0,39 0,273	0,75—1,60 1,335	uneori 0,03 0,14	0,12—0,23 0,183	0,003—0,036 0,0179	0,01—0,03 0,0171	—	—	uneori 0,015		
G-105	50VMoMnCr normalizat și revenit	0,37—0,45 0,32—0,48 0,410	0,15—0,35 0,17—0,35 0,259	0,9—1,2 0,94—1,10 1,03	0,55—0,85 0,72—0,80 0,744	0,25—0,40 0,24—0,40 0,282	max. 0,040 0,008—0,036 0,016	max. 0,040 0,011—0,03 0,019	0,15—0,25 0,14—0,19 0,175	— două prăjini 0,2	— uneori 0,017—0,037	8—10 9	10
S-135	30MoCrNi20 normalizat și revenit	0,26—0,34 0,35	0,17—0,37 0,23	0,30—0,60 0,37	1,8—2,1 2,04	0,25—0,35 —	max. 0,035 0,0245	max. 0,035 0,027	— —	1,8—2,1 1,945	— uneori 0,180	8—9 8,5	2

punzător diferitelor grade de rezistență, din oțelurile prezentate în tabelul 2, în forma și dimensiunile prezentate în tabelul 3.

Racordurile speciale cercetate (STAS 7570/1-80 și API Spec. 7), atît de fabricație indigenă, cît și importate din Japonia și Italia au avut dimensiunile $3\,^1/_2$ și $4\,^1/_2$ cu îmbinări tip NC 38, NC $50{,}4\,^1/_2 IF$ și $4\,^1/_2 FH$. Ele au fost executate din oțeluri de îmbunătățire de tip 41MoCr11, 41CrNi12, 33MoCr11 și 34MoCrNi15, conform STAS 791-80, iar racordurile speciale din import au fost executate din oțelul AISI 4140 H, echivalent oțelului 41MoCr11, avînd însă un procent de mangan mai ridicat (0,65... 1,0 % față de 0,40. . . 0,80 la % 41MoCr11).

Tabelul 3

Prăjinile de foraj supuse cercetărilor

Grad	Diametrul exterior, mm	Diametrul exterior, in	Grosimea de perete, mm	Diametrul interior la capătul prăjinii, mm	Tipul îngroșării	Material	Număr de încercări
D	127	5	9,19	93,7	IEU	OLT 65	6
	88,9	$3\frac{1}{2}$	11,40	63,5	EU		1
E	127	5	9,19	93,7	IEU	43 Mo Mn 16	9
	88,9	$3\frac{1}{2}$	11,40	63,5	EU		1
G—105	127	5	9,19	93,7	IEU	40VMo MnCrO7	8
	88,9	$3\frac{1}{2}$	11,40	63,5	EU		2
J—135	127	5	9,19	93,7	IEU	35MoNn16 3OMoCrNi	2
D import	127	5	9,19	93,7	IEU	echiv. OLT 65	1
G—105 import	88,9	$3\frac{1}{2}$	11,40	63,5	EU	echiv. 33MoCr11	1

Caracteristicile mecanice prescrise sînt prezentate în tabelul 4.

Tabelul 4

Caracteristicile mecanice ale racordurilor speciale

Specificația	$R_{p,02}$, N/mm²	R_m, N mm²	A, %	HB, daN/mm²	KCU 300/2 min. long. J/cm²	KCU 300/2 min. trans. J/cm²
API Spec. 7	827	965	13	—	—	—
STAS 7570/1-76	—	834	14	255—320	80	40

Racordurile speciale executate din lingouri retopite în baie de zgură au fost executate din oțel AISI 4140 H.

2. Metodologia și programul încercărilor

Elementele garniturii de foraj au fost supuse unei cercetări complexe, determinînd caracteristicile metalurgice, mecanice și comportarea la oboseală, atît pe epruvete, cît și pe piese reale.

Cercetările metalurgice privind oțelurile utilizate în construcția prăjinilor de foraj s-au efectuat pe probe prelevate din piese reale, analizînd compoziția chimică, microstructura, mărimea grăuntelui de austenită și incluziunile nemetalice, iar la racordurile speciale, pe lîngă aceste analize, s-a determinat și călibilitatea oțelurilor.

Caracteristicile mecanice s-au determinat pe epruvete plate (25,4 mm lățime prelevate din prăjinile de foraj conform API 5 AX și STAS 6718-80. „Încercarea la tracțiune a țevilor fără sudură" și pe epruvete cilindrice pentru celelalte elemente. Încercarea la încovoiere prin șoc s-a efectuat pe epruvete avînd crestătura în formă de U și V.

Rezistența la oboseală a materialului prăjinilor de foraj și racordurilor speciale s-a determinat pe epruvete cilindrice cu diametrul de 7,5 și 9,5 mm, prelevate din corpul pieselor cercetate. Pentru fiecare tipodimensiune și calitate de material s-au încercat minimum zece epruvete în jurul rezistenței la oboseală, folosind metoda treptelor, precum și cîte minimum șapte epruvete la cel puțin două niveluri în domeniul durabilității limitate, construind curbele Wöhler pentru diferite probabilități de nerupere (10,50 și 90 %).

Rezistența la oboseală a pieselor reale s-a determinat în aer folosind metoda încercării cu sarcină progresivă în trepte (Locati) pe un stand de încercări la ciclul alternant simetric de încovoiere, construit special în acest scop (fig. 3).

Standul permite dezvoltarea momentelor încovoietoare de pînă la 60 000 Nm la o turație de pînă la 800 rot/min.

3. Rezultatele cercetărilor

Rezultatele analizei chimice cantitative și punctajul grăuntelui de austenită sînt prezentate în tabelul 2. Se observă că prescripțiile privind compoziția chimică sînt respectate, cu mici abateri la procentul de carbon, siliciu și molibden. Grăuntele de austenită este fin, iar oțelurile sînt relativ impure.

Cercetările metalografice au evidențiat o structură ferit-perlitică pentru prăjinile de foraj grad D, E și G-105 și o structură sorbitică pentru grad S-135. Prăjinile de foraj din import au avut o structură sorbitică, cu zone de perlită.

Analiza chimică cantitaivă a racordurilor speciale și reducțiilor a evidențiat corespondența cu prescripțiile standardizate. Grăuntele de austenită este fin (punctaj min. 7), iar gradul de puritate al oțelurilor este relativ

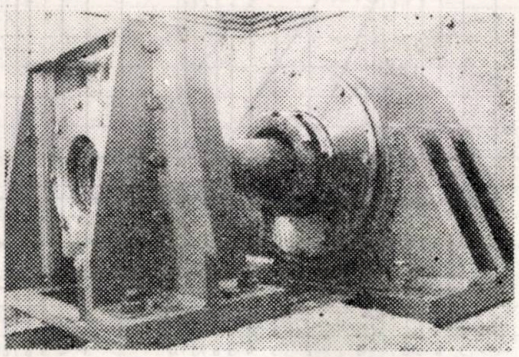


Fig. 3. Stand pentru încercarea la oboseală a pieselor de dimensiuni reale

ridicat (punctaj maxim în același cîmp 4,5).

Structura este sorbitică în toate cazurile, iar analiza călibilității a arătat o călibilitate mai bună a oțelurilor de tip Cr—Mo față de cele Cr—Ni.

Caracteristicile mecanice ale prăjinilor de foraj și ale racordurilor speciale, precum și rezistențele la oboseală pe epruvete și piese reale sînt sintetizate în figurile 4 și 5. Ele reflectă încadrarea în prescripțiile standardizate. Dreptunghiurile reprezentate evidențiază valorile medii și valorile extreme.

Curbele Wöhler, ridicate pentru materialul prăjinilor de foraj și al racordurilor speciale, sînt reprezentate în figurile 6 . . . 9.

Rezultatele încercării la oboseală a pieselor de dimensiuni reale, prăjini de foraj și îmbinări filetate, prezentate în figurile 4 și 5, au evi-

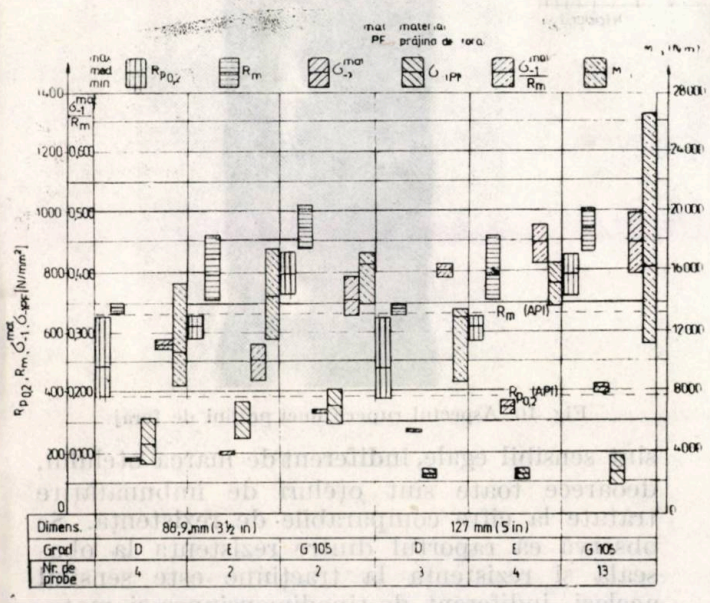


Fig. 4. Caracteristicile mecanice ale prăjinilor de foraj

dențiat faptul că toate ruperile prăjinilor de foraj au intervenit în corpul prăjinii de foraj în vecinătatea îngroșării (fig. 10), iar ruperile îmbinărilor filetate la prima spiră angajată a cepului (fig. 11), prezentînd un caracter tipic de rupere la oboseală.

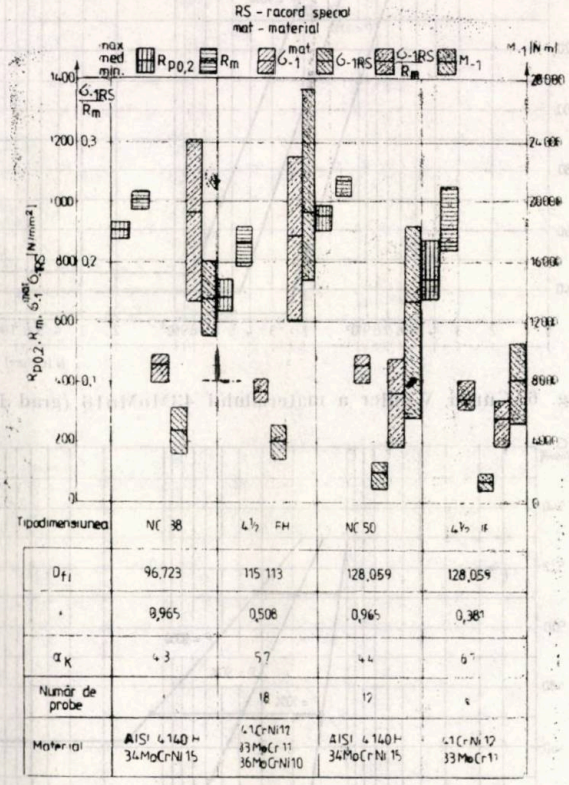


Fig. 5. Caracteristicile mecanice ale racordurilor speciale și reducțiilor

IV. Interpretarea rezultatelor

Rezultatele obținute indică o foarte bună concordanță cu datele publicate în literatura de specialitate (tab. 1), observînd că valorile rezistențelor la oboseală obținute pe produse indigene sînt la limita superioară a valorilor uzuale, așa cum rezultă din tabelul 1. Caracteristicile mecanice ale prăjinilor de foraj corespund prescripțiilor standardelor interne și API pentru diferitele clase de rezistență. Rezistența la oboseală a materialului prăjinilor de foraj crește corespunzător creșterii clasei de rezistență, atît la prăjinile de 88,9 mm ($3\,^1/_2$ in), cît și pentru cele de 127 mm (5 in). Rezistența la oboseală a prăjinilor de foraj crește însă mult mai lent cu creșterea gradului de rezistență, mai pronunțat la prăjinile de 88,9 mm ($3\,^1/_2$ in) și practic neînsemnat la prăjinile de 127 mm (5 in). În ambele situații, momentul încovoietor limită de oboseală M_{i-1} crește cu creșterea gradului de rezistență.

Caracteristicile mecanice și rezistențele la oboseală ale recordurilor speciale, determinate pe epruvete prelevate din corpul acestora,

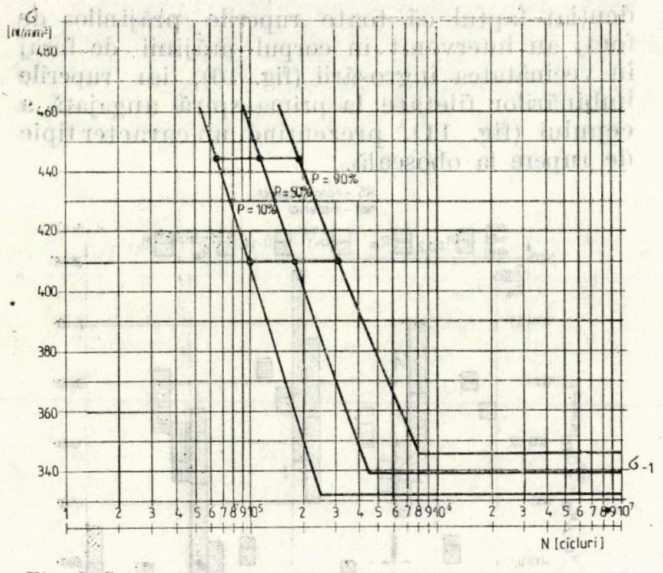


Fig. 6. Curba Wöhler a materialului 43MoMn16 (grad E).

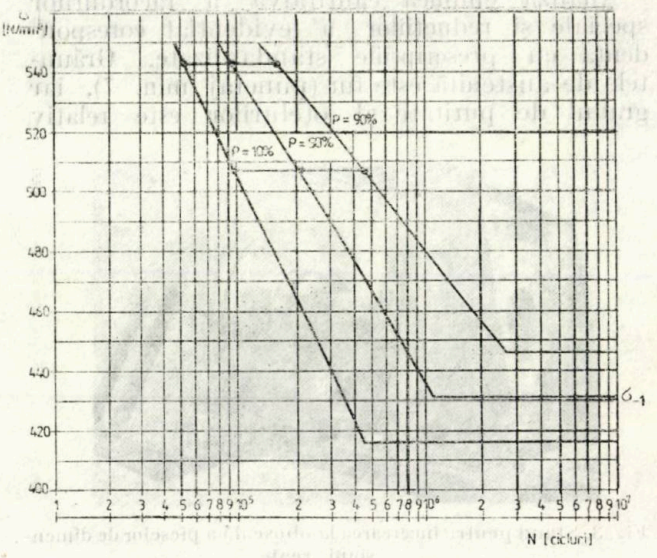


Fig. 9. Curba Wöhler a materialului 4140 H

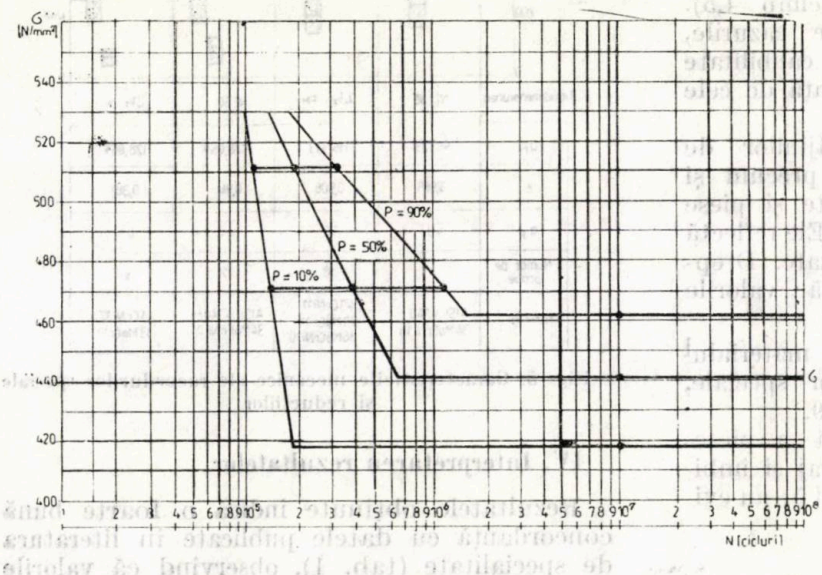


Fig. 7. Curba Wöhler a materialului 40VMoMnCr07 (grad G—105)

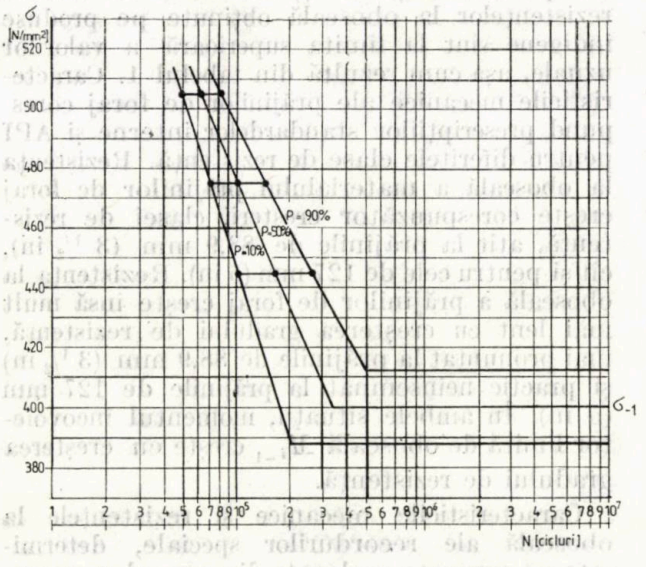


Fig. 8. Curba Wöhler a materialului 41MoCr11.

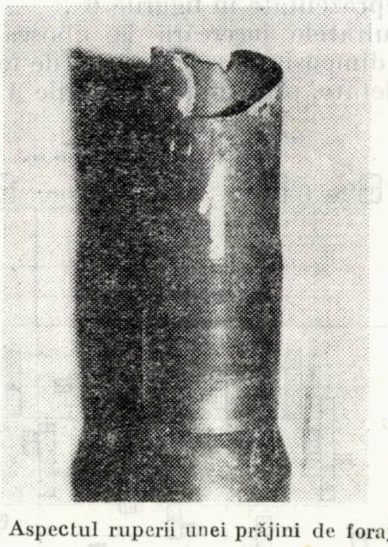


Fig. 10. Aspectul ruperii unei prăjini de foraj

sînt sensibil egale, indiferent de marca oțelului, deoarece toate sînt oțeluri de îmbunătățire tratate la cifre comparabile de rezistență. Se observă că raportul dintre rezistența la oboseală și rezistența la tracțiune este sensibil același, indiferent de tipodimensiunea și materialul racordului special (0,40 · . . 0,43).

Pentru obținerea unor date suplimentare de comparație privind comportarea diferitelor îmbinări, s-a calculat coeficientul de concen-

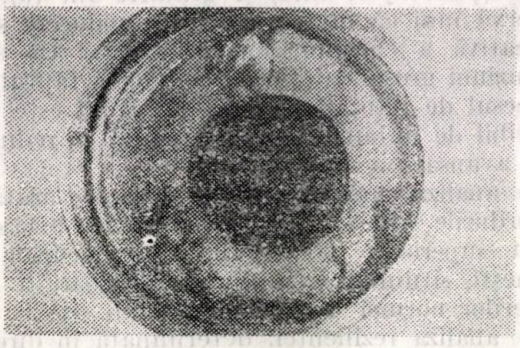


Fig. 11. Aspectul suprafeței de rupere a cepului

trare a tensiunilor la baza primei spire a filetului, α_k [30], reprezentat în figura 5. Prin această prismă, cea mai mare rezistență la oboseală a prezentat-o îmbinarea *NC* 38, care are cel mai mic coeficient de concentrare a tensiunilor α_k, în timp ce îmbinarea 4 $^1/_2$-*IF*, al cărei coeficient α_k este sensibil mai mare, a prezentat cea mai redusă rezistență la oboseală.

Momentul încovoietor limită de oboseală maxim s-a obținut la îmbinarea 4 $^1/_2$-*FH*, în limita cercetărilor efectuate neevidențiindu-se o creștere a momentului limită la îmbinările de tip *NC* 50. Totodată nu s-a evidențiat vreun avantaj din folosirea unui oțel cu un grad de aliere mai ridicat, deoarece efectul de concentrare a tensiunilor asupra rezistenței la oboseală este atît de mare încît anulează avantajul unui oțel cu caracteristici mecanice mai ridicate, în concordanță și cu alte cercetări [31].

Interpretări suplimentare se pot obține prin determinarea coeficientului efectiv de concentrare a tensiunilor, β_k, definit ca raport dintre rezistența la oboseală a materialului și rezistența la oboseală a piesei reale. Din figurile 12 și 13 rezultă că β_k variază de la circa 1, pentru prăjini de 88,9 mm (3 $^1/_2$ in), independent de clasa de rezistență, pînă la circa 3,2 la prăjinile de 127 mm (5 in), ceea ce corespunde unei reduceri sensibile a rezistenței la oboseală a pieselor reale.

La îmbinările filetate (fig. 13), valorile coeficientului β_k au aceeași variație cu cele ale lui α_k și sînt mult mai mari decît la prăjinile de foraj ($\beta_k = 2 \cdot \ldots 5{,}4$).

În figura 14 se analizează influența momentului de înșurubare asupra rezistenței la oboseală a îmbinărilor filetate.

Din diagramă se observă că rezistența la oboseală (amplitudinea tensiunii) se reduce puțin cu creșterea tensiunii de prestrîngere σ_m pînă la circa 86 % din limita de curgere.

În figura 15 se compară momentul încovoietor limită de oboseală, determinat pentru prăjinile de foraj, și racordurile speciale corespunzătoare, ca bază pentru analizarea comportării în exploatare. Rezultă că practic momentele încovoietoare limită de oboseală sînt compa-

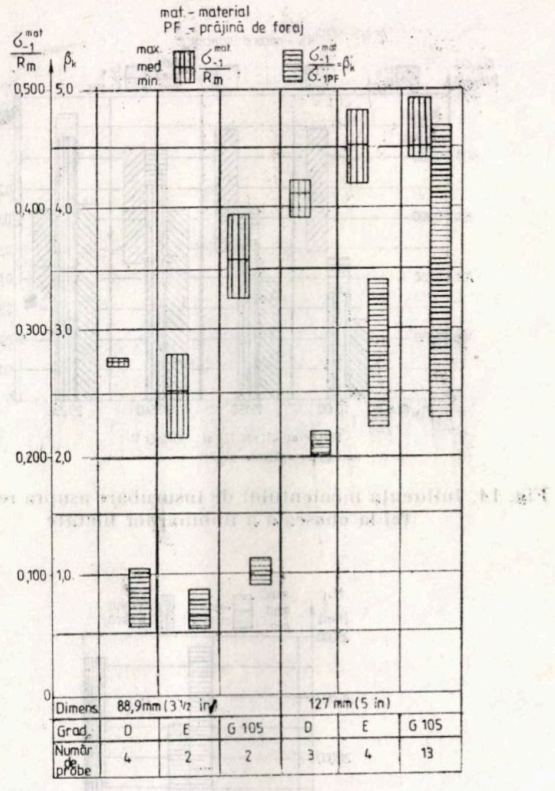


Fig. 12. Mărimi caracteristice ale comportării la oboseală a prăjinilor de foraj

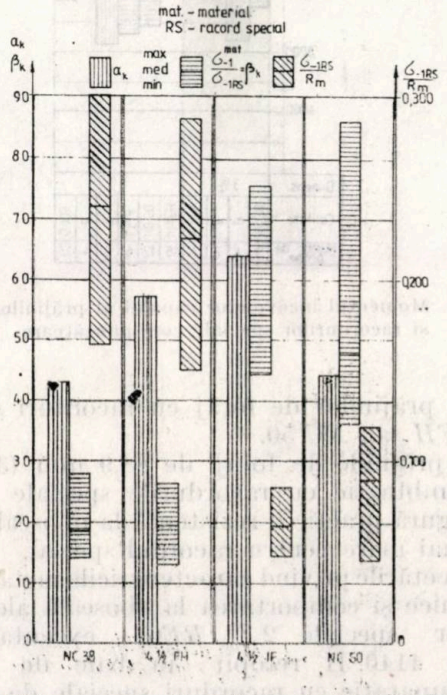


Fig. 13. Mărimi caracteristice ale comportării la oboseală a îmbinărilor filetate

rabile pentru prăjinile de foraj și racordurile speciale. La prăjinile de foraj de 127 mm (5 in) racordurile speciale 4 $^1/_2$ *IF* au rezistența la oboseală sub cea a prăjinilor de foraj din toate clasele de rezistență, recomandîndu-se combi-

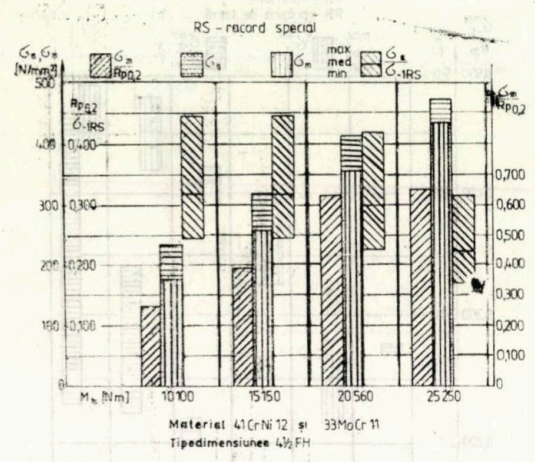


Fig. 14. Influența momentului de înșurubare asupra rezistenței la oboseală a îmbinărilor filetate

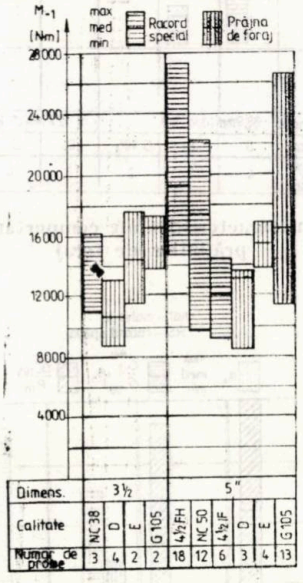


Fig. 15. Momentul încovoietor capabil al prăjinilor de foraj și racordurilor speciale corespunzătoare

narea prăjinilor de foraj cu racorduri speciale 4 $^1/_2$ *FH* sau *NC* 50.

La prăjinile de foraj de 88,9 mm (3 $^1/_2$ in) în combinație cu racordurile speciale *NC* 38 se asigură practic o rezistență la oboseală egală sau mai mare pentru racordul special.

Cercetările privind caracteristicile metalurgice, mecanice și comportarea la oboseală ale racordurilor speciale 2 $^7/_8$ *REG*, executate din oțelul 4140 H retopit în baie de zgură, în comparație cu racorduri speciale de aceeași tipodimensiune din producția curentă executate din materialul 40Cr10, au evidențiat următoarele:

- oțelul retopit are o puritate corespunzătoare (punctaj 3, 5...4) și grăunte fin (9). Se observă însă că nu s-a realizat o reducere semnificativă a conținutului de sulf și că apar incluziuni grosoloane, ceea ce indică faptul că procesul de retopire în baia de zgură este susceptibil de îmbunătățiri, asigurînd o reducere mai avansată a impurităților;
- analiza caracteristicilor mecanice arată că racordurile speciale au caracteristici mecanice mult superioare prevederilor standardelor românești, situîndu-se la limita inferioară a prevederilor normei ARI Spec. 7 (tab. 4);
- analiza rezilienței, determinată în direcție transversală, arată că retopirea în baie de zgură nu aduce avantaje. Valorile relativ reduse obținute nu indică o puritate ridicată;
- rezistența la oboseală a materialului retopit în baie de zgură este σ_{-1}=413 N/mm^2, iar raportul $\sigma_{-1}/R_m = 0{,}434$, valori comparabile cu cele obținute la racordurile speciale uzuale;

— rezistența la oboseală a racordurilor din oțel retopit în baie de zgură este $\sigma_{-1RS} = 368$ N/mm^2 și $M_{i\,-1} = 9\,562$ Nm, reprezentînd circa 94 % din cea a racordurilor speciale de aceeași dimensiune din producția curentă (oțel 40Cr10). Se observă că rezistența la oboseală σ_{-1RS} este inferioară valorilor obținute uzual fig. 5).

Concluzii

În lucrare s-au cercetat complex prăjinile de foraj și îmbinările filetate uzuale, sub aspect metalurgic, al caracteristicilor mecanice și al comportării la oboseală, pe epruvete și pe piese reale.

Rezultatele obținute completează datele din literatura de specialitate privind comportarea la oboseală a prăjinilor de foraj și racordurilor speciale, indigene, oferind noi criterii de aprecire a rezistenței la oboseală a ansamblului prăjină de foraj-racord special.

Bibliografie

[1] Enoiu, C. *Analiza avariilor de fund provocate de materialul tubular și măsuri pentru prevenirea lor.* Petrol și Gaze, **17**, dec. 1966

[2] Fass, B. P. *Why downhole rotary tools fail.* World Oil, oct. 1971

[3] Hansford, J. E., Lubinski, A. *Cumulative fatigue damage of drill pipe in dog legs.* Drillin g, **27**, nr. 9 June, 1966

[4] Gormley, J. F. *Experimental stress analysis of tool joints.* J. of Petroleum Techn, May, 1961

[5] Hauk, V., Neber, R. *Über die Haltbarkeit von Gestängerohren und die sie beeinflussenden Faktoren.* Erdöl u. Kohle, Erdgas, Petr., Apr-Mai, 1969

[6] Lubinski, A. *Maximum permissible dog-legs in rotary boreholes.* J. of. Petr. Techn., Feb., 1961

[7] Lubinski, A. *Fatigue of range 3 drill pipe.* Revue de l'Institut Français du Petrol, Mars-Avr., 1977

[8] Rollins, H. M. *Fatigue failure in drill pipe design.* Drilling, nr. 9, 1966

[9] Ştulen, F. B., Schulte, W. C. *The fatigue analysis of the Mohole drill pipe and associated problems.* Report C. 2951 of Curtiss-Wright Corp., Feb., 15, 1965

[10] Ulmanu, V., Drăghici, G. *Solicitarea la incovoiere a garniturii de foraj in găuri deviate.* Mine, Petrol şi Gaze, **28** nr. 5, 1977

[11] Loy, S. E., True, M. E., Weiner, P. D. *New methods help reduce drillstem connection failures.* World Oill, June, 1961

[12] Hauk, V., Hillemans, H., Kochler, H. *Schwingende Längskraft und Drehmoment beanspruchung von Bohrgestängen,* Erdoel u. Kohle, Erdg., Petr., 18 Jg July, 1965

[13] Raşeev, D., Ulmanu, V., Nicolescu, A. *Contribuţii privind comportarea la oboseală a prăjinilor de foraj cu racorduri sudate pentru foraj de mare adincime.* Construcţia de maşini, **32**, nr. 5, 1973

[14] Ulmanu, V. *Contribuţii la studiul racordurilor speciale sudate pentru forajul de mare adincime.* Teză de doctorat. I. P. G. Ploieşti, 1973

[15] Trishman, L. E. *Methods for the improvement of drill-collar joints evaluted by full-size fatigue tests.* API Drilling and Prod. Pract., 1952

[16] Ugarov, S. A., Lacinian, L. A., Andreenko, S. N. *Eksperimentalnoe issledovanie vliiania predvaritelnoi zatiajki na vinoslivosti zamkov soedinenii.* Maşini i neft. oborud, nr. 11, 1967

[17] Ulmanu, V. *Untersuchungen zum Einfluss der Vorspannkraft auf die Dauerfestigkeit der Gestängeverbinder.* Erdoel-Erdgas, 100. Jg., Heft 11, Nov. 1984.

[18] Bachmann, W. *Fatigue testing and development of drill pipe to tool joint connections.* World Oil, Jan., 1951

[19] Altmann, T. *Umlaufbiegeversuche an Modell-Gewindeverbindern für Schwerstangen.* Erdoel u. Köhle 13 (1960) p. 154, 241, 317

[20] Raşeev, D., Ulmanu, V. *Untersuchungen zur Dauerfestigkeit von Bohrstangen und Gestängeverbindern.* Erdoel-Erdgas, 99 Jg., Heft 12, Dez., 1983

[21] Meier, U. *Beitrag zur Drehmoment und Axialkraftmessung im Tiefbohrstrang und Dauerfestigkeitsuntersuchung der Messnabe.* Dissertation. Clausthal, 1974

[22] Rollins, H. M. *What we know about drill-pipe fatigue failure and what we need to know.* Oil and Gas J. 64, 1966, nr. 16

[23] Hauk. V. *Beanspruchungsgrenzen für Bohrgestängbei tiefen Bohrungen.* Erdöl u. Köhle. Erdg. Petr. 16, 1963, p. 511

[24] Alterman, J. *Drill stem fatigue damage control* Drilling DCW, vol. 33, may, nr. 8, 1972

[25] Hansford, J. E., Lubinski, A. *Effects of drilling vessel pitch or roll on kelly and drill-pipe fatigue* J. of. Petr. Techn., Jan, 1964

[26] Karlic, S. *Rizc. i zginanie prez. wiertni czego.* Akad. Gorn., Krakow, 1981

[27] Rollins, H. M. *Fatigue failure in drill pipe design* Drilling, 9, 1966.

[28] Kudriavţev, L. V. *Povişenie nesuscei sposobnosti krupnih rezibovih soedinenii,* PPD. Vestn. maş. 1, 1972

[29] * * * U. S. Patent 3730 286 May 1, 1973. *Apparatus for improving rotary drilling operations*

[30] Ulmanu, V., Raşeev, D. *Cercetări privind capacitatea portantă a imbinărilor fil etate cu umăr pentru garnitura de foraj.* St. cerc. mec. apl. Tom 41, nr. 5, 1982

[31] Illgner, K. H. *Ermüdungsverhalten von Schraubenverbindungen.* V. C. I. Berichte, Nr. 268, 1976

Cercetări cu privire la perioada de erupţie naturală a sondelor de ţiţei

Dr. ing. V. Truică
Institutul de cercetări şi proiectări pentru petrol şi gaze Cîmpina

Cercetările efectuate pînă în prezent asupra sondelor exploatate prin erupţie naturală au stabilit că cea mai mare pierdere de energie are loc la ascensiunea fluidelor în coloana de ţevi de extracţie şi că pentru sondele de mare adîncime, îndeosebi cu indici mari de productivitate, ponderea energiei consumate în procesul de ascensiune capătă o importanţă majoră.

În aceste condiţii, s-ar putea considera că, cu cît adîncimea unui zăcămînt este mai mare, cu atît pierderile de presiune pentru ascensiunea fluidelor în coloana ţevilor de extracţie sînt mai mari, ceea ce ar face ca perioada de erupţie naturală a sondelor să fie mai scurtă.

Primele încercări pentru determinarea perioadei de erupţie naturală s-au bazat pe analiza valorilor medii ale gradienţilor de presiune prezentate în literatura de specialitate şi au condus la construirea unei nomograme orientative cu ajutorul căreia se poate determina presiunea minimă de zăcămînt pînă la care poate avea loc perioada de erupţie naturală a sondelor.

Pentru cunoaşterea gradului de precizie şi de aplicabilitate practică a nomogramei construite pe date din literatură, la condiţiile zăcămintelor şi sondelor de ţiţei din România, s-a studiat variaţia în timp a presiunii de zăcămînt, măsurată în sonde de-a lungul perioadei de erupţie naturală, la mai multe zăcăminte exploatate în regim de gaze dizolvate, la care s-a dispus de un număr suficient de mare de măsurători de presiune de zăcămînt, uniform repartizate în timpul exploatării, obţinîndu-se astfel o nomogramă specifică condiţiilor analizate.

Rezultatele obţinute prin cele două metode, prezentate sub formă de nomograme în figura 1, sînt comparabile şi pun în evidenţă că durata perioadei de erupţie naturală a sondelor scade pe măsură ce adîncimea creşte.

Pentru elucidarea acestei probleme, în cele ce urmează s-a încercat să se studieze şi să se stabilească factorii specifici care determină durata perioadei de erupţie naturală şi pot conduce, în cazul sondelor de mare adîncime, la posibilitatea unor perioade scurte de erupţie naturală.

Comportarea în exploatare a zăcămintelor şi sondelor de ţiţei este determinată, în primul rînd, de valoarea presiunilor şi temperaturilor de fund, ca urmare a influenţei pe care o manifestă acestea asupra caracteristicilor de înmagazinare şi de curgere a rocilor colectoare, precum şi asupra proprietăţilor fizico-chimice ale fluidelor din zăcămînt. Astfel, temperaturile şi presiunile de fund mari, întîlnite la sondele de mare adîncime, au o serie de implicaţii de natură fizico-chimică şi tehnico-productivă.

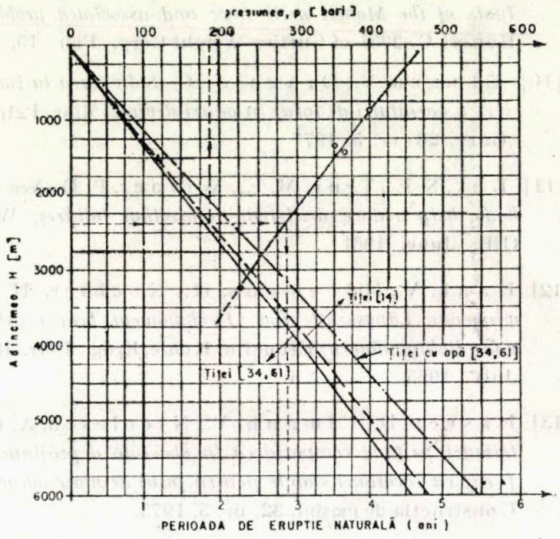


Fig. 1. Măsurători de presiune de zăcămînt

Întrucît adîncimea la care este situat zăcămîntul de ţiţei determină, de regulă, parametrii de zăcămînt, în tabelul 1 se prezintă variaţia cu adîncimea a principalilor parametri medii de zăcămînt.

Pentru a avea o imagine mai clară asupra acestor parametri, cu consecinţe importante asupra exploatării sondelor, se fac următoarele consideraţii mai importante în acest sens.

Astfel, după cum rezultă din tabelul 1, o dată cu creşterea adîncimii, creşte şi presiunea de comprimare, sub influenţa căreia porozitatea şi permeabilitatea primară a rocilor nisipos-argiloase şi carbonatate tind să se micşoreze considerabil.

De asemenea, în decursul exploatării zăcămîntului, pe măsura scăderii presiunii de zăcămînt, sub acţiunea presiunii de comprimare a stratului, se produce o deformare suplimentară a rocilor. Cercetările de laborator pe diferite eşantioane de rocă (nisip, gresie, calcare, dolomite), la presiuni de comprimare de pînă la 2 000 bar, au stabilit că, dacă în zona presiunilor de comprimare nu prea mari deformarea rocilor este în domeniul elastic, la creşterea în continuare a acestor presiuni se observă, la un moment dat, că apare deformarea plastică sau distrugerea acestor roci.

Dincolo de limitele elasticității, deformarea rocilor este însoțită de modificarea ireversibilă a porozității și permeabilității, în final a productivității zăcămîntului.

Tabelul 1

PARAMETRUL	ADINCIMEA, m			
	2000	4000	6000	8000
PRESIUNEA LITOSTATICĂ, P_g, bari	500	1000	1500	2000
PRESIUNEA INITIALĂ DE STRAT, P_0, bari	200	400	600	800
PRESIUNEA DE COMPRIMARE INIȚIALĂ, $P_{ca} = P_g - P_0$	300	600	900	1200
PRESIUNEA DE COMPRIMARE ÎN DECURSUL EXPLOATĂRII, $P_{ca} = P_g - P_{actuală}$	400	800	1200	1600
TEMPERATURA LA GRADIENT MEDIU, 0,03° C/m, °C	60	120	180	240

În cazul gresiilor compacte, calcarelor, dolomitelor și șisturilor, s-a constatat că, la astfel de presiuni ridicate, acestea se deformează cu apariția de fisuri, influențînd în mod favorabil capacitatea de înmagazinare și proprietățile de filtrare ale acestor roci, situate la mari adîncimi, în sensul că debitele inițiale ale sondelor pot atinge valori importante, dar și defavorabil, întrucît o scădere neînsemnată a presiunii de zăcămînt poate reduce brusc permeabilitatea și, prin urmare, și debitul sondelor. În figurile 2 și 3 este prezentată grafic variația debitului și a permeabilității în funcție de creșterea ΔP (diferența dintre presiunea de zăcămînt și presiunea de fund). Din aceste figuri se observă că, cu creșterea lui ΔP, debitul crește pînă la o anumită limită Q_{optim}, iar după aceea scade ireversibil, scădere cauzată de schimbările ireversibile ale permeabilității, ca rezultat al îngustării canalelor, și închiderii, după cum este redat în figura 3.

Prin urmare, pentru estimarea debitului sondelor în condițiile deformării ireversibile a stratelor, se impune cunoașterea legității variației presiunii de zăcămînt și de fund în decursul exploatării. Creșterea temperaturii cu adîncimea poate, de asemenea, modifica permeabilitatea absolută a colectoarelor. În felul acesta, în calculele practice aplicabile la zăcămintele de mare adîncime este necesar să se analizeze permeabilitatea k și porozitatea m ca funcții complexe care depind de presiunea p și temperatura t adică $k = k(p, t)$ și $m = m(p, t)$.

Prin cercetări de laborator și de șantier este necesar să se stabilească dependențele cantitative pentru fiecare zăcămînt. Metodele de exploatare a sondelor de mare adîncime, într-o măsură considerabilă, sînt legate și de proprietățile fluidelor de zăcămînt.

Caracteristicile proprietăților lor sînt determinate, în principal, de creșterea presiunii și temperaturii cu adîncimea, care conduce la transformarea de fază a sistemului de hidrocarburi. Timpul geologic, alături de temperatură, influențează puternic existența și proprie-

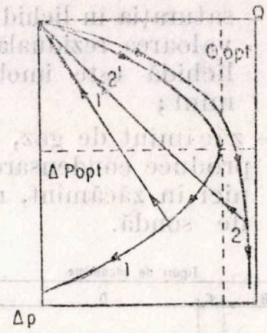


Fig. 2. Curbe indicatoare: P_{opt}—presiunea optimă; $\Delta P_{opt} = P_0 - P_{opt}$. *1*;*2* — în cazul scăderii presunii de zăcămînt (mers direct)
1';*2'* — la creșterea presiunii de zăcămînt

tățile fluidelor din zăcămînt. Pentru a ne da seama ce tipuri de zăcăminte se pot întîlni în condițiile diferitelor adîncimi, este necesar să se studieze diagrama de fază a unui anumit sistem de hidrocarburi (fig. 4).

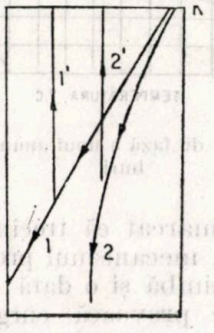


Fig. 3. Dependența permeabilității de căderea de presiune $\Delta P = P_0 - P$;

Din figura 4 se desprinde concluzia că punctul critic joacă un rol fundamental în clasificare. Parcurgînd figura 4 de la stînga la dreapta, adică luînd în considerare diferitele poziții posibile ale temperaturii de zăcămînt în raport cu temperatura critică, se disting următoarele tipuri de zăcăminte:

— *tipul A* — zăcămînt de țiței în regim de gaze dizolvate, în care gazele ce pătrund în gaura de sondă nu au o contribuție semnificativă la lichidul de rezervor;

— *tipul B* — zăcămînt de țiței în regim de gaze dizolvate, în care gazele ce pătrund în gaura de sondă contribuie la formarea unei fracțiuni importante din lichidul de rezervor;

— *tipul C* — zăcămînt de gaz — condensat, cu condensare retrogradă, în care saturația de lichid depășește valoarea reziduală, astfel încît faza lichidă devine mobilă;

— *tipul D* — zăcămînt de gaz condensat, cu condensare retrogradă, în care

saturația în lichid nu depășește valoarea reziduală, astfel faza lichidă este imobilă în zăcămînt;

— *tipul E* – zăcămînt de gaz, în care nu se produce condensare retrogradă, nici în zăcămînt, nici în gaura de sondă.

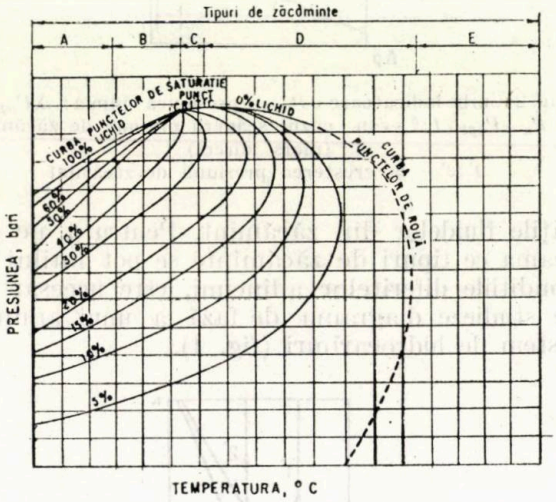


Fig. 4. Diagrama de fază a unui anumit sistem de hidrocarburi

Este de remarcat că trecînd de la un zăcămînt la altul, mecanismul predominant de dezlocuire se schimbă și o dată cu acesta natura energiei care provoacă curgerea fluidului în zăcămînt și în gaura de sondă.

Cele mai răspîndite zăcăminte care pot exista în condițiile adîncimilor mari și foarte mari pot fi zăcămintele de gaze și de condensat.

Proprietățile de curgere a fluidului prin mediul poros sînt determinate în mare măsură de raportul viscozității fazelor lichidă și gazoasă și de permeabilitatea relativă.

Curbele de permeabilitate relativă pun în evidență faptul că o anumită fază devine mobilă numai după ce saturația în faza respectivă atinge o valoare limită (saturație reziduală). De o însemnătate deosebită, pe lîngă curbele de permeabilitate relativă, sînt și curbele de variație a constantelor de echilibru în funcție de presiune și temperatură. Constantele de echilibru au rolul de a descrie proprietatea de volatilitate a unui anumit component în condiții date de presiune, temperatură și compoziție globală. Alura curbelor constantelor de echilibru în apropiere de punctul critic pune în lumină comportarea deosebită în această zonă și anume faptul că, la creșterea presiunii, componenții mai volatili (mai ușori) au tendința de a trece în faza lichidă, iar cei mai puțin volatili (mai grei) au tendința de a trece în faza gazoasă. Concomitent, creșterea presiunii și temperaturii într-o oarecare măsură conduce la creșterea densității fazei gazoase și micșorarea densității fazei lichide.

O altă caracteristică a zăcămintelor situate la mare adîncime o constituie creșterea procentului de hidrocarburi ușoare în compoziția fluidelor de zăcămînt și a conținutului de apă (vapori de apă), CO_2 și H_2S. Conținutul de apă în hidrocarburile lichide și gazoase crește considerabil cu presiunea. Aceasta facilitează apropierea proprietăților amestecurilor de hidrocarburi lichide și gazoase, micșorîndu-se presiunea la care se atinge starea critică dintre lichid și gaze. La temperaturi mari, apa și hidrocarburile gazoase pot deveni miscibile.

Comportarea fazelor de hidrocarburi este supusă la variații apreciabile în sistemul strat-sondă-separator.

Stările pseudocritice și compresibilitatea iau forme neobișnuite. Conținutul de apă al gazelor, care în zăcămînt este prezentă sub formă de vapori, iar în instalațiile de suprafață este colectată sub formă lichidă, atinge volume considerabile: de exemplu, în timp ce la 1 milion Nm^3 gaze produse de la adîncimea medie de 4 000 m, la o temperatură de circa 120°C rezultă 6 m^3 apă, aceeași cantitate de gaze produsă de la 7 000 m la 260°C va fi însoțită de circa 30 m^3 apă, iar la 300°C de 133 m^3 apă.

O caracteristică fundamentală a amestecurilor de hidrocarburi din zăcămintele de mare adîncime este densitatea redusă a acestora care, împreună cu porozitatea redusă a rocii, micșorează cantitatea de hidrocarburi ce se află într-un volum dat al colectorului. De asemenea, cantitatea mare de apă care se află dizolvată în amestecul de hidrocarburi poate micșora considerabil cantitatea de hidrocarburi în colector. Extracția hidrocarburilor în aceste condiții este ușurată de viscozitatea redusă a acestora și este însoțită, în perioada inițială, de presiuni și temperaturi mari la gura sondei, *Rgt* mare, transformări de fază intensive ale fluidului nu numai în gaura de sondă, ci și în zăcămînt.

Pentru prelungirea perioadei de erupție naturală a sondelor de mare adîncime, se impune acționarea asupra stratului în scopul prevenirii urmărilor nedorite ca efect al deformărilor ireversibile ale rocilor colectoare și al transformărilor de fază a fluidelor din zăcămînt. De aceea, apare indicată acționarea de la începutul exploatării asupra stratului, astfel încît să nu se producă o cădere bruscă a presiunii de zăcămînt.

O atenție deosebită trebuie acordată deschiderii și punerii în producție a sondelor.

Este posibil ca, pentru o comunicare mai bună între gaura de sondă și zăcămînt, să fie necesară crearea de fisuri artificiale și consolidarea acestora cu substanțe nedeformabile.

Bibliografie

[1] Barbăroşie, V. *Studiul privind starea fizică a fluidelor în zăcămîntul Mitrofani.* Temă cercetare I.C.P.P.G. Cîmpina, 1980.

[2] Gilbert, W. E. *Flowing and Gas Lift Well Performance.* Drilling and Production Practice. 1954.

[3] Craf, H. G. *Metode de extracţie pentru sonde de mare adîncime.* Erdöl u Erdgas Zeitschrift, dec. 1976.

[4] Standing, M. B. *A General Pressure — Volume — Temperature Correlation for Mixtures of California Oils and Gases.* Drilling and Production Practice 1947.

[5] Truică, V. et al. *Stabilirea sistemului optim de exploatare a sondelor de pe structura Oporelu, după încetarea perioadei de erupţie naturală.* Temă de cercetare, I.C.P.P.G. Cîmpina, 1971.

[6] Vahttore, G. G. *Caracteristicile de bază ale exploatării zăcămintelor de hidrocarburi de la mare adîncime.* Nefteanoe Hoz., nr. 8 1978.

[7] Truică, V. *Contribuţii privind îmbunătăţirea tehnologiei de exploatare a sondelor prin erupţie artificială.* Teză de doctorat, I.P.G. Ploieşti, 1982.

Exploatarea optimă a sondelor cu aflux scăzut

Dr. ing. **A. Ionel**
Schela de producţie petrolieră Viforîta

I. Introducere

Extracţia petrolului din sondele cu aflux scăzut se efectuează, de obicei, prin pompaj de adîncime cu prăjini.

Funcţionarea sistemului „strat-pompă" este exprimată de raportul între debitul de lichid produs de strat :

$$Q_s = I_p(P_c - P_f) \qquad (1)$$

şi debitul de lichid pompat de pompă :

$$Q_p = 1440\ FSn\eta_v, \qquad (2)$$

unde :

Q_s este debitul stratului, m³/zi ;
Q_p — debitul pompei, m³/zi ;
I_p — indice de productivitate, m³/zi, bar ;
P_c — presiunea de zăcămînt pe conturul de alimentare al sondei, bar ;
P_f — presiunea dinamică a sondei, bar ;
F — suprafaţa pistonului, m² ;
S — cursa pistonului, m ;
n — număr curse/min ;
η_v — randament volumetric.

Atunci cînd nivelul dinamic în sondă (presiunea dinamică) este constatat, condiţia de funcţionare continuă a sistemului strat-pompă este :

$$Q_s = Q_p. \qquad (3)$$

Dacă asupra cauzelor care determină scăderea afluxului în sondă nu se poate interveni operativ, atunci extracţia petrolului din sondă se face cu un debit scăzut pînă cînd operatorul reuşeşte să înlăture blocajul. Afluxul scăzut datorat presiunii de zăcămînt scăzute, strate depletate, este mai greu de readus la normal, necesitînd timp îndelungat pentru refacerea presiunii de zăcămînt prin injecţia de fluide în strat, timp în care sonda funcţionează cu aflux scăzut.

Prin urmare, atunci cînd asupra cauzelor care provoacă un aflux scăzut nu se poate interveni pentru a mări debitul stratului Q_s, sîntem forţaţi să acţionăm asupra micşorării debitului pompei Q_p, astfel încît să fie satisfăcută relaţia (3).

Micşorarea debitului pompei se face prin micşorarea celor trei elemente : F, S, n. Sînt cazuri cînd, deşi micşorînd aceste elemente la minimum posibil, conform cu dimensiunile, respectiv capacităţile utilajului de fund şi suprafaţă, nu se poate micşora debitul pompei Q_p, astfel încît să existe relaţia (3).

În aceste cazuri :

$$Q_s < Q_p. \qquad (4)$$

Pentru funcţionarea corespunzătoare a utilajului de fund şi de suprafaţă a instalaţiei de pompare, este necesară reducerea duratei de funcţionare a pompei, astfel :

— se lasă instalaţia de pompare în repaus, în care timp stratul debitează, rezultatul fiind creşterea nivelului în coloana sondei ;

— se porneşte instalaţia de pompare şi pompa pompează lichidul acumulat în coloana sondei în perioada de repaus a pompei, cît şi lichidul debitat de strat în acelaşi timp cu funcţionarea pompei ;

— în momentul în care nivelul de lichid din coloană a ajuns la sorbul pompei, se opreşte instalaţia de pompare, urmînd apoi un nou ciclu, o nouă perioadă.

Deci, un pompaj periodic este un pompaj în care funcţionarea pompei este discontinuă şi urmează un anumit ciclu repetabil în timp comandat de operator.

Pentru determinarea parametrilor pompajului periodic, este necesar să răspundem la întrebarea :

— Cum variază nivelul în coloana sondei, atît în timpul pauzei, cît și în timpul funcționării pompei?

Răspunsul la această întrebare fundamentează teoria pompajului periodic.

II. Teoria pompajului periodic

1. *Perioada de acumulare*

La oprirea pompei nivelul în coloana sondei se găsește la sorbul pompei care, la rîndu-i, este situat la media adîncimii perforaturilor coloanei.

Admițînd curgerea radial plană simetrică a unui lichid incompresibil, debitul de lichid ce intră în coloana sondei ducînd la creșterea nivelului dh în timpul dt, după Muskat, va fi:

$$Q_s = S\frac{dh}{dt} = I_p(P_c - P) \tag{5}$$

unde:

S este suprafața liberă a lichidului în sondă;

P — presiunea de fund a sondei la timpul t după oprirea pompei.

Deoarece:

$$p = \frac{\gamma h}{10},$$

relația (5) devine:

$$S\frac{dh}{dt} = \frac{\gamma I_p}{10}(H_c - h) \tag{6}$$

sau

$$\frac{dh}{dt} = -\frac{\gamma I_p}{10\,S}h + \frac{\gamma I_p}{10\,S}H_c. \tag{7}$$

Ecuația (7) este o ecuație diferențială liniară cu termen liber nenul, a cărei soluție este:

$$h = H_c(1 - e^{-\frac{\gamma I_p}{10S}t}) \tag{8}$$

care dă înălțimea nivelului de lichid în coloana sondei în funcție de timp, cînd pompa nu funcționează.

2. *Perioada de funcționare a pompei*

În această perioadă funcționează simultan pompa și stratul, relația (5) devenind:

$$q + S\frac{dh}{dt} = \frac{\gamma I_p}{10}(H_c - h), \tag{9}$$

unde q este debitul pompei

sau:

$$\frac{dh}{dt} = -\frac{\gamma I_p}{10S}h + \frac{\gamma I_p H_c - 10\,q}{10\,S}. \tag{10}$$

Ecuația (10) este tot o ecuație diferențială liniară cu termen liber nenul, a cărei soluție este:

$$h(t) = \left(H_c - \frac{10\,q}{\gamma I_p}\right) + c\,e^{-\frac{\gamma I_p}{10\,S}t} \tag{11}$$

unde c este o constantă determinată din condițiile inițiale și anume: în momentul pornirii pompei, $q \neq 0$, s-a scurs timpul $t = t_{ac}$ de la oprirea anterioară, iar înălțimea nivelului de lichid din coloana sondei, conform relației (8), va fi:

$$h_{ac} = H_c(1 - e^{-\frac{\gamma I_p}{10\,S}t_{ac}}). \tag{12}$$

Din aceste condiții, găsim soluția ecuației (10):

$$h = \left(H_c - \frac{10\,q}{\gamma I_p}\right)(1 - e^{-\frac{\gamma I_p}{10\,S}(t - t_{ac})}) + h_{ac}e^{-\frac{\gamma I_p}{10\,S}(t - t_{ac})} \tag{13}$$

care dă înălțimea de lichid în coloana sondei în funcție de timp, cînd pompa funcționează.

Pentru a determina timpul cît funcționează pompa pînă cînd nivelul de lichid ajunge la sorbul pompei, cînd $h = 0$, punem această condiție în relația (13) și găsim:

$$T = t_{ac} + \frac{10\,S}{\gamma I_p}\ln\left(1 - \frac{h_{ac}}{H_c - \frac{10\,q}{\gamma I_p}}\right) \tag{14}$$

unde:

$$T = t_{ac} + t_f, \tag{15}$$

în care:

T este durata ciclului;

t_{ac} — timpul de acumulare;

t_f — timpul de funcționare.

Debitul sondei va fi:

$$Q = \frac{t_f}{T}q. \tag{16}$$

Alegînd un timp de acumulare t_{ac}, cu relația (14) se determină durata ciclului T și respectiv timpul de funcționare cu relația (15), iar cu relația (16) găsim debitul sondei pentru ciclul de pompare ales.

III. Considerații privind optimizarea pompajului periodic

Problema de bază a pompajului periodic este alegerea perioadei ciclului, respectiv a timpului de acumulare și a timpului de funcționare a pompei, astfel încît să obținem un pompaj optim. Optimizarea pompajului periodic impune mai întîi alegerea criteriului de optimizare. Aceste criterii pot fi:

- debit de lichid maxim
- energie minimă consumată
- cheltuieli de exploatare minime
- beneficiu maxim.

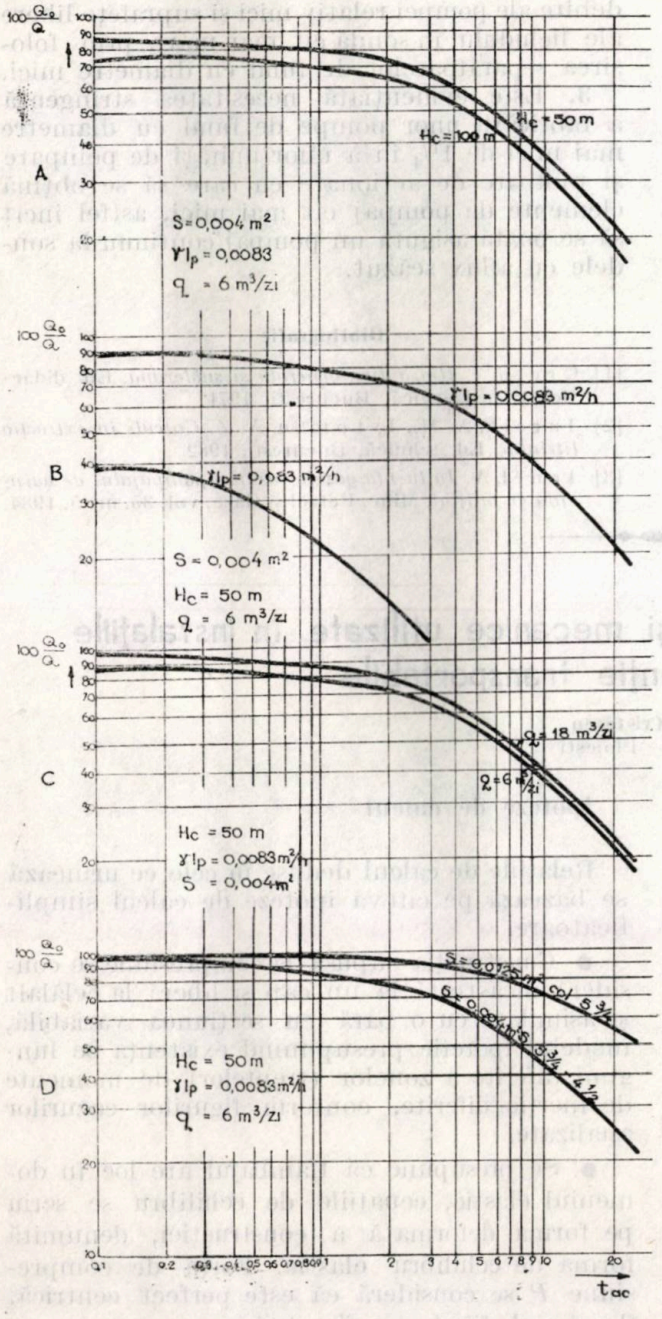


Fig. 1. Curbe caracteristice în pompajul periodic

Referindu-ne în acest articol numai la criteriul debitului maxim, putem face următoarele considerații.

În relațiile (14) și (16) găsim parametrii de influență asupra debitului unei sonde în pompaj periodic și anume:

— nivelul static H_c;
— indicele de productivitate, I_p;
— suprafața liberă a lichidului în sondă, S;
— debitul pompei, q;
— timpul de acumulare, t_{ac}.

Luînd valori medii celor din practica curentă a extracției prin pompaj periodic, pentru acești parametri, și folosind relațiile (12), (14), (16), găsim un exemplu de curbe caracteristice pentru pompajul periodic.

Analizînd acest exemplu de curbe, se pot trage unele concluzii cu aplicații directe în practica extracției țițeiului prin pompaj de adîncime.

Notînd $100\,\frac{Q_0}{Q}$ raportul între debitul extras prin pompajul continuu (capacitatea totală de producție a stratului) și debitul extras prin pompajul periodic cu anumiți parametri, se pot face aprecieri asupra influenței acestor parametri asupra posibilităților de optimizare a pompajului periodic din punctul de vedere al criteriului „debit maxim".

Astfel, cu cît nivelul static H_c este mai mare, cu atît timpul de acumulare t_{ac} trebuie să fie mai mare, pentru a obține același debit corespunzător unui nivel static mai mic.

De aceea, înălțimea nivelului static H_c influențează debitul extras prin pompajul periodic în sensul scăderii acestuia din urmă, o dată cu creșterea nivelului static, în condițiile menținerii aceluiași indice de productivitate I_p (fig. 1, curba A).

Indicele de productivitate I_p are o influență foarte mare asupra debitului extras prin pompaj periodic, deoarece scurtează timpul de acumulare atunci cînd are valori mărite și deci se pot extrage cantități de țiței mai mari din strat. De aceea trebuie întreprinse continuu măsuri pentru menținerea și creșterea indicelui de productivitate (fig. 1, curba B).

Creșterea debitului pompei nu duce la creșteri semnificative ale debitului extras prin pompaj periodic. Deci este indicat să se meargă cu debite ale pompei relativ mici, micșorînd în acest fel solicitările utilajului de fund și de suprafață (fig. 1, curba C).

Cu cît suprafața liberă a lichidului S este mai mare, cu atît putem extrage un debit prin pompaj periodic mai mare. Practic, aceasta înseamnă ca sondele cu aflux scăzut să aibă coloane cu diametru cît mai mare, ceea ce nu este de obicei posibil și să fie echipate cu separatoare de fund cu diametre cît mai mici. De altfel, lucrările din ultimul timp au demonstrat că eficiența separatoarelor de fund pentru gaze crește o dată cu creșterea suprafeței spațiului inelar

coloană-separator, deci și cu micșorarea diametrului separatorului, încît în acest fel micșorarea diametrului separatorului nu constituie un inconvenient pentru separarea gazelor și se poate acționa în acest sens, crescînd astfel substanțial debitul extras prin pompaj periodic (fig. 1, curba D).

Din analiza curbelor din figura 1 remarcabilă este considerația generală că o dată cu scăderea timpului de acumulare t_{ac} crește debitul extras prin pompaj periodic; deci, timpi de pauză cît mai mici posibil. La limită avem:

cînd $t_{ac} \to 0$, atunci $Q \to Q_0$.

Prin urmare, pompajul periodic care asigură debitul cel mai mare este pompajul cu $t_{ac} = 0$, adică pompajul continuu. De aici necesitatea ca unitățile de pompare și motoarele de acționare să permită astfel de elemente de pompare, încît la orice sondă să se asigure un pompaj continuu la debitul stratului. Consumul de energie va fi în acest caz mai mic, cînd se asigură $q = Q_{strat}$, în condițiile unui randament volumetric satisfăcător. Prin urmare, reducerea consumului specific de energie prin folosirea unui pompaj periodic, cu pauză, nu are temei în condițiile cînd echipamentul de pompare de fund și suprafață ne poate asigura elemente de pompaj corespunzătoare stratului.

Revenind la considerațiile în legătură cu timpul de acumulare, observăm scăderea apreciabilă a debitului la timpul de acumulare mai mare de o oră. În cazul cînd totuși nu avem condiții de realizare a unui pompaj continuu, conform considerațiilor de mai sus, și sîntem obligați a folosi pompajul periodic, este indicat timpul de acumulare în jurul acestei valori de o oră.

Concluzii

1. Se elaborează teoria pompajului periodic, găsindu-se o relație care leagă toți parametrii de influență a acestui pompaj.

2. Pompajul periodic optim după criteriul debitului maxim, conform rezultatelor din teoria pompajului periodic elaborată, se obține în condițiile unor timpi de acumulare cît mai mici, indici de productivitate cît mai mari, debite ale pompei relativ mici și suprafețe libere ale lichidului în sondă cît mai mari, prin folosirea separatoarelor de fund cu diametre mici.

3. Este evidențiată necesitatea stringentă a fabricării unor pompe de fund cu diametre mai mici de $1^1/_4$ în a unor unități de pompare și motoare de acționare cu care să se obțină elemente de pompaj cît mai mici, astfel încît să se poată asigura un pompaj continuu la sondele cu aflux scăzut.

Bibliografie

[1] Crețu, I. *Hidraulica generală și subterană*, Ed. didactică și pedagogică, București, 1971.

[2] Iurcik, A. M., Istomin, A. Z. *Calculul în extracția țițeiului*. Ed. tehnică, București, 1982

[3] Ionel, A. *Influența gazelor asupra pompajului de adîncime cu prăjini*, Mine, Petrol și Gaze, vol. 35, nr. 5, 1984.

Stabilitatea cricurilor hidraulice și mecanice utilizate în instalațiile de foraj și intervenție transportabile

Ing. C. Cristescu
I.P.C.U.P — Ploiești

Generalități

Instalațiile de foraj și intervenție transportabile sînt echipate cu cricuri hidraulice și mecanice, în scopul orizontalizării instalației pe locația de lucru și al preluării și transmiterii la sol a sarcinilor, urmărindu-se și descărcarea pneurilor în timpul lucrului la sondă.

În unele cazuri, din motive funcționale, constructive sau tehnologice, au rezultat cricuri hidraulice cu coeficient de zvelțețe apreciabil, punîndu-se problema verificării la flambaj a acestora.

Deoarece, în literatura tehnnică, nu sînt date suficiente pentru verificarea la flambaj a unor asemenea construcții, ne propunem să stabilim relațiile de calcul pentru cîteva modele constructive analizate și realizarea unor programe de calcul pe calculatorul FELIX C-256.

Ipoteze de calcul

Relațiile de calcul deduse în cele ce urmează se bazează pe cîteva ipoteze de calcul simplificatoare.

- Construcția supusă la compresiune se consideră încastrată la un cap și liberă la celălalt și asimilată cu o bară cu secțiunea variabilă, modelul ipotetic presupunînd existența pe lungimi diferite a zonelor (treptelor) de momente de inerție diferite, conform figurilor cazurilor analizate.

- Se presupune că flambajul are loc în domeniul elastic, ecuațiile de echilibru se scriu pe forma deformată a construcției, denumită forma de echilibru elastic. Forța de compresiune P se consideră că este perfect centrică, flambajul fiind un flambaj pur.

• În cazul cricurilor hidraulice, forța care produce flambajul se consideră a fi întreaga sarcină P care se aplică în capătul liber, nu numai fracțiunea de sarcină care se transmite prin pereții țevilor.

• Deoarece lichidul din cilindrii hidrauluci nu are rigiditate proprie, rigiditatea totală a sistemului este chiar rigiditatea țevii EI.

Observație

Relațiile de calcul stabilite mai jos, precum și programele de calcul aferente sînt valabile pentru orice construcție al cărei model matematic este identic cu unul din modelele analizate în continuare.

Flambajul cricurilor în două trepte

Cricurile hidraulice obișnuite care sînt niște cilindri încastrați la un cap și liberi la celălalt, precum și cricurile mecanice pot fi modelate, conform figurii 1 *b*, ca niște bare cu două rigidități pe două lungimi diferite, încastrate la un cap și libere la celălalt, solicitate la forța de compresiune P.

Pe forma deformată din figura 1 *c*, luăm cîte un sistem de coordonate pentru fiecare zonă, astfel: (x_1, y_1) pe lungimea l_1 caracterizată de momentul de inerție I_1, (x_2, y_2) pe lungimea l_2 caracterizată de momentul de inerție I_2.

Ținînd cont că într-o secțiune curentă momentul de încovoiere este $M = PV$, scriem pe fiecare treaptă ecuația diferențială a fibrei medii deformate și obținem sistemul:

$$\begin{cases} \dfrac{d^2v_1}{dx_1^2} + \dfrac{P}{EI_1}\,v_1 = 0 \\ \dfrac{d^2v_2}{dx_2^2} + \dfrac{P}{EI_2}\,v_2 = 0 \end{cases} \quad \text{sau} \quad \begin{cases} \dfrac{d^2v_1}{dx_1^2} + \alpha^2 \cdot v_1 = 0 \\ \dfrac{d^2v_2}{dx_2^2} + k^2\alpha^2 v_2 = 0 \end{cases}$$

S-a notat:

$$\alpha^2 = \frac{P}{EI_1}; \quad k^2 = \frac{I_1}{I_2}.$$

Soluțiile sistemului sînt de forma:

$$v_1 = A\cos(\alpha.x_1) + B_1.\sin\,(\alpha.x_1)$$

$$v_2 = A_2\cos(\alpha.k.x_2) + B_2\,\sin\,(\alpha.k.x_2).$$

Condițiile la limită și de continuitate a barei cu secțiunea variabilă în două trepte, încastrată la un cap și liberă la celălalt cap, sînt:

— pentru: $x_2 = 0$ $\quad v_2(0) = 0$ (1)

— pentru: $x_2 = l_2$ și $x_1 = 0$ $\quad v_2(l_2) = v_1(0)$ (2)

$\quad v_2'(l_2) = v_1'(0)$ (3)

— pentru: $x_1 = l_1$ $\quad v_1'(l_1) = 0$ (4)

$\quad v_1''(l_1) = 0$ (4′)

Calculînd derivatele v_1 și v_2 și folosind relațiile (1), (2), (3) și (4), vom obține un sistem de ecuații omogen.

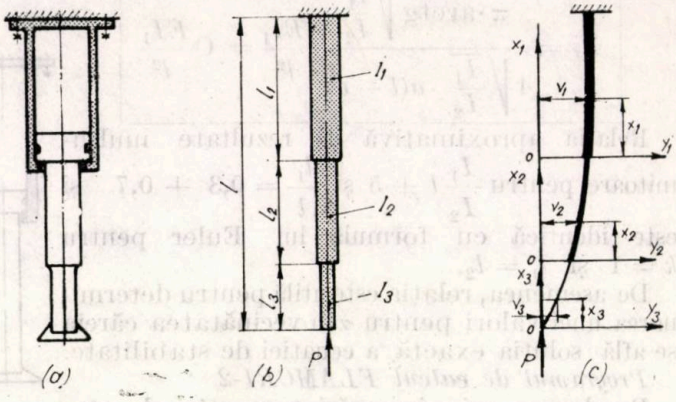


Fig. 1

Punînd condiția ca determinantul să fie nul, obținem:

$$\boxed{\text{tg}(\alpha.l_1)\cdot\text{tg}(\alpha.k.l_2) = k} \qquad \text{(I)}$$

care reprezintă ecuația de stabilitate a barei în două trepte, încastrată la un cap și liberă la celălalt, supusă la compresiune.

Caz particular

Dacă, în ecuația de stabilitate, considerăm $k = 1$, adică bara are rigiditate constantă și $l = l_1 + l_2$, obținem $\text{tg}(\alpha l_1)\cdot\text{tg}(\alpha l_2) = 1$, care duce la relația $\cos\,[\alpha(l_1 + l_2)] = \cos\,(\alpha l) = 0$ și care este ecuația lui Euler pentru cazul flambajului unei bare încastrate la un cap și liberă la celălalt, solicitată la compresiune.

Forța critică de flambaj

Cunoscînd l_1, l_2 și k, se poate determina prin încercări valoarea lui α și prin aceasta valoarea forței critice de flambaj:

$$\boxed{P_f = \alpha^2.E.I_1}$$

Coeficientul de siguranță la flambaj

Dacă cunoaștem forța critică de flambaj și forța maximă de lucru, coeficientul de siguranță la flambaj este dat de relația:

$$\boxed{C_f = \frac{P_f}{P_L}}$$

Relație aproximativă

Ecuația de stabilitate se verifică dacă:

$(\alpha l_1) = \pi/4$ și $(\alpha.k.l_2) = \text{arctg}\ k$.

Din aceste condiții se obține:

$$\alpha' = \pi/(4l_1) \text{ și } \alpha'' = \text{arctg}\ (k)/(kl_2).$$

Revenind la relația inițială $\alpha^2 = P/(EI_1)$ și considerînd $\alpha^2 \cong \alpha'\cdot\alpha''$, obținem: $\alpha^2 = \pi.\text{arctg}(k)/(4k\cdot l_1\cdot l_2)$

Egalînd, obținem:

$$P_f = \frac{\pi.\text{arctg}\,k\cdot EI_1}{4\cdot k\cdot l_1\cdot l_2} = \frac{\pi\cdot E\cdot I_1\cdot\text{arctg}\sqrt{\dfrac{I_1}{I_2}}}{4\sqrt{\dfrac{I_1}{I_2}}\cdot l_1\cdot l_2}.$$

Dacă notăm raportul $a = \frac{l_1}{l}$ obținem:

$$P_f = \frac{\pi \cdot \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{I_1}{I_2}}}{4\sqrt{\frac{I_1}{I_2}} \cdot a(l-a)} \cdot \frac{EI_1}{l^2} = C\frac{EI_1}{l^2}$$

Relația aproximativă dă rezultate mulțumitoare pentru $\frac{I_1}{I_2} l + 5$ și $\frac{l_1}{l} = 0{,}3 + 0{,}7$ și este identică cu formula lui Euler pentru $k = 1$ și $l_1 = l_2$.

De asemenea, relația este utilă pentru determinarea unei valori pentru α în vecinătatea căreia se află soluția exactă a ecuației de stabilitate.

Programul de calcul FLAMCRI-2

Rezolvarea prin încercări a ecuației de stabilitate este o cale foarte laborioasă, consumînd mult timp de lucru.

Din acest motiv, s-a elaborat un program de calcul în limbaj FORTRAN pentru calculatorul FELIX C-256.

Programul de calcul FLAMCRI-2 rezolvă ecuația de stabilitate, calculează forța critică de flambaj și coeficientul de siguranță la flambaj cu precizia pe care o dorim.

Pentru rularea programului vom indica în cartela de date valorile momentelor de inerție I_1 și I_2, lungimile l_1 și l_2, forța de lucru maximă P_1 și precizia de calcul dorită PR.

Datele de intrare fiind organizate în FISIER DE DATE, la o singură rulare a programului putem analiza mai multe variante, alegînd varianta optimă.

Flambajul cricurilor în trei trepte

Așa cum se vede în figura 2 *a*, există cricuri sau alte construcții care pot fi modelate ca în figura 2 *b*, asimilate cu niște bare cu trei momente de inerție diferite pe trei lungimi diferite, încastrate la un cap și libere la celălalt, supuse la compresiune de forța P.

Alegînd cîte un sistem de coordonate pe fiecare treaptă, conform figurii 2 *c*, putem să scriem pe fiecare zonă ecuația diferențială a fibrei medii deformate și obținem sistemul:

$$\begin{cases} \frac{d^2v_1}{dx_1^2} + \frac{P}{EI_1} \cdot v_1 = 0 \\ \frac{d^2v_2}{dx_2^2} + \frac{P}{EI_2} \cdot v_2 = 0 \\ \frac{d^2v_3}{dx_3^2} + \frac{P}{EI_3} \cdot v_3 = 0 \end{cases} \longrightarrow \begin{cases} \frac{d^2v_1}{dx_1^2} + \alpha^2 \cdot v_1 = 0 \\ \frac{d^2v_2}{dx_2^2} + \alpha^2 \cdot k^2 \cdot v_2 = 0 \\ \frac{d^2v_3}{dx_3^2} + \alpha^2 \cdot q^2 \cdot v_3 = 0 \end{cases}$$

S-a notat:

$$\alpha^2 = \frac{P}{EI_1}; \quad k^2 = \frac{I_1}{I_2}; \quad q^2 = \frac{I_1}{I_3}$$

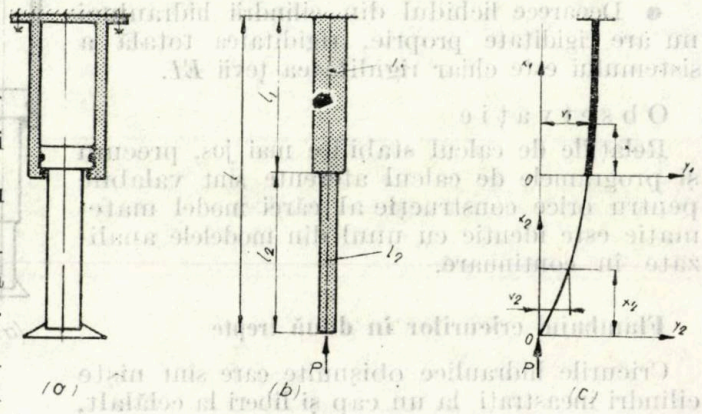


Fig. 2

Soluțiile sistemului sînt de forma

$$v_1 = A_1 \cos(\alpha x_1) + B_1 \sin(\alpha_2 x_1)$$

$$v_2 = A_2 \cos(\alpha k_2) + B_2 \sin(\alpha k x_2)$$

$$v_3 = A_3 \cos(\alpha q x_3) + B_3 \sin(\alpha q x_3).$$

Condițiile la limită și de continuitate ale barei în trei trepte, încastrată la un cap și liberă, la celălalt cap supusă la compresiune, sînt:

— pentru $x_3 = 0$ $\quad v_3(0) = 0$ (1)

— pentru $x_3 = l_3$ și $x_2 = 0$ $\quad v_3(l_3) = v_2(0)$ (2)

$\quad v_3'(l_3) = v_2'(0)$ (3)

— pentru $x_2 = l_2$ și $x_1 = 0$ $\quad v_2(l_2) = v_1(0)$ (4)

$\quad v_2'(l_2) = v_1'(0)$ (5)

— pentru $x_1 = l_1$ $\quad v_1'(l_1) = 0.$ (6)

Calculînd derivatele v_1', v_2', v_3' și folosind relațiile (1), (2), (3), (4), (5) și (6), obținem un sistem de ecuații omogen. Punînd condiția ca determinantul coeficienților necunoscutelor să fie nul, obținem:

$$\operatorname{tg}(\alpha l_1) = k \cdot \frac{q\cos(\alpha \cdot k \cdot l_2) \cdot \cos(\alpha \cdot q \cdot l_3) - k\sin(\alpha \cdot k \cdot l_2) \cdot \sin(\alpha \cdot q \cdot l_3)}{q\sin(\alpha \cdot k \cdot l_2) \cdot \cos(\alpha \cdot q \cdot l_3) + k\cos(\alpha \cdot k \cdot l_2) \cdot \sin(\alpha \cdot q \cdot l_3)} \qquad \text{(II)}$$

care reprezintă ecuația de stabilitate a barei cu trei trepte încastrată la un cap și liberă la celălalt, supusă la compresiune.

Rezolvînd această ecuație, determinăm parametrul α și revenind la notația inițială putem determina forța critică de flambaj $P_f = \alpha^2 EI_1$.

Caz particular

Dacă bara în trei trepte o transformăm în bară cu două trepte, considerăm că $I_3 = I_2$ și $l_2 + l_3 \to l_2$, iar $q = k$, atunci în ecuația de mai sus obținem:

$\operatorname{tg}(\alpha l_1) = k \cdot \operatorname{ctg}(\alpha \cdot k l_2)$ sau $\operatorname{tg}(\alpha l_1) \cdot \operatorname{tg}(\alpha k l_2) = k$

care este tocmai ecuația de stabilitate pentru bara în două trepte, încastrată la un cap și liberă la celălalt, supusă la compresiune.

Programul de calcul FLAMCRI-3

După cum se observă, expresia ecuației de stabilitate este foarte complicată, rezolvarea acesteia fiind extrem de dificilă.

De aceea, s-a întocmit programul de calcul *FLAMCRI-3* în limbaj FORTRAN pentru calculatorul FELIX C-256.

Programul de calcul FLAMCRI-3 rezolvă ecuația de stabilitate cu precizia dorită, determină care este forța critică minimă de flambaj și calculează coeficientul de siguranță la flambaj.

Pentru rularea programului vom indica pe cartela de date valorile momentelor de inerție I_1, I_2, I_3, lungimile treptelor l_1, l_2, l_3, forța maximă de lucru P_L și precizia de calcul PR.

Flambajul cricurilor în patru trepte

În practică pot fi întîlnite construcții supuse la compresiuni, care se pot modela ca în figura 3 *b*, asimilate cu o bară cu patru trepte de momente de inerție diferite, pe patru lungimi diferite, încastrată la un cap și liberă la celălalt.

Alegînd cîte un sistem de coordonate pe fiecare treaptă, conform figurii 3 *c*, putem să scriem pe fiecare zonă ecuația diferențială a fibrei medii și obținem sistemul:

$$\begin{cases} \dfrac{d^2v_1}{dx_1^2} + \dfrac{P}{EI_1}\cdot v_1 = 0 \\ \dfrac{d^2v_2}{dx_2^2} + \dfrac{P}{EI_2}\cdot v_2 = 0 \\ \dfrac{d^2v_3}{dx_3^2} + \dfrac{P}{EI_3}\cdot v_3 = 0 \\ \dfrac{d^2v_4}{dx_4^2} + \dfrac{P}{EI_4}\cdot v_4 = 0 \end{cases} \quad \text{sau} \quad \begin{cases} \dfrac{d^2v_1}{dx_1^2} + \alpha^2\cdot v_1 = 0 \\ \dfrac{d^2v_2}{dx_2^2} + k^2\cdot\alpha^2\cdot v_2 = 0 \\ \dfrac{d^2v_3}{dx_3^2} + q^2\cdot\alpha^2\cdot v_3 = 0 \\ \dfrac{d^2v_4}{dx_4^2} + c^2\cdot\alpha^2\cdot v_4 = 0 \end{cases}$$

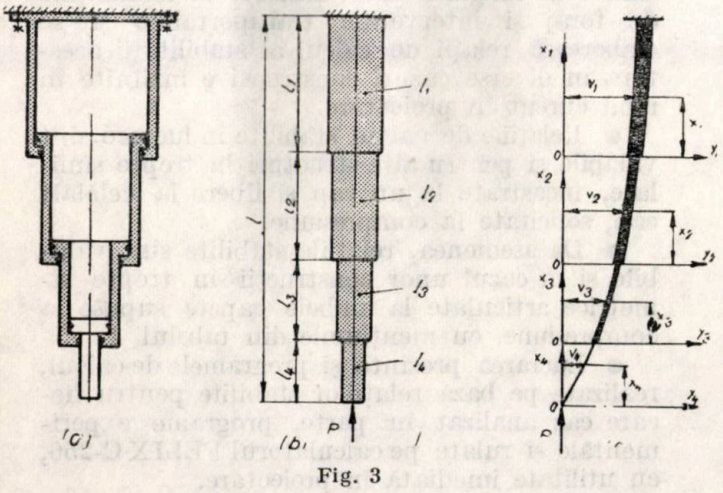


Fig. 3

S-a notat:

$$\alpha^2 = \frac{P}{EI_1}; \quad k^2 = \frac{I_1}{I_2}; \quad q = \frac{I_1}{I_3}; \quad c = \frac{I_1}{I_4}.$$

Soluțiile sistemului sînt de forma:

$$v_1 = A_1\cos(\alpha x_1) + B_1\sin(\alpha x_1)$$
$$v_2 = A_2\cos(\alpha k x_2) + B_2\sin(\alpha k x_2)$$
$$v_3 = A_3\cos(\alpha q x_3) + B_3\sin(\alpha q x_3)$$
$$v_4 = A_4\cos(\alpha c x_4) + B_4\sin(\alpha c x_4).$$

Condițiile la limită și continuitate pentru bara cu patru trepte încastrată la un cap și liberă la celălalt, supusă la compresiune, sînt:

— pentru $x_4 = 0$ $\quad v_4(0) = 0$ (1)

— pentru $x_4 = l_4$ și $x_3 = 0$ $\quad v_4(l_4) = v_3(0)$ (2)

$$v_4'(l_4) = v_3'(0) \quad (3)$$

— pentru $x_3 = l_3$ și $x_2 = 0$ $\quad v_3(l_3) = v_2(0)$ (4)

$$v_3'(l_3) = v_2'(0) \quad (5)$$

— pentru $x_2 = l_2$ și $x_1 = 0$ $\quad v_2(l_2) = v_1(0)$ (6)

$$v_2'(l_2) = v_1'(0) \quad (7)$$

— pentru $x_1 = l_1$ $\quad v_1'(l_1) = 0.$ (8)

Calculînd derivatele v_1', v_2', v_3', v_4' și folosind cele opt relații de condiție, obținem un sistem de ecuații omogen.

Ca soluțiile sistemului să fie netriviale, punem condiția ca determinantul să fie nul și obținem:

$$\boxed{\frac{q}{k\cdot c}\operatorname{tg}(\alpha\cdot c\cdot l_4) = \frac{N}{n}} \qquad \text{(III)}$$

$$N = [\sin(\alpha q l_3)\cdot\cos(\alpha k l_2) + \cos(\alpha q l_3)\cdot\sin(\alpha k l_2)]\cdot$$
$$\cdot\sin(\alpha l_1) - [q\cdot\cos(\alpha q l_3)\cdot\cos(\alpha k l_2) -$$
$$- k\cdot\sin(\alpha q l_3)\sin(\alpha k l_2)]\cos(\alpha l_1)$$

$$n = [q\cdot\sin(\alpha q l_3)\cdot\sin(\alpha k l_2) - k\cdot\cos(\alpha q l_3)\cdot$$
$$\cdot\cos(\alpha k l_2)]\cdot\sin(\alpha l_1) - [k^2\cdot\cos(\alpha q l_3)\sin(\alpha k l_2) +$$
$$+ kq\cdot\sin(\alpha q l_3)\cdot\cos(\alpha k l_2)\cdot\cos(\alpha l_1),$$

care reprezintă ecuația de stabilitate a barei cu patru trepte, încastrată la un cap și liberă la celălalt, supusă la compresiune.

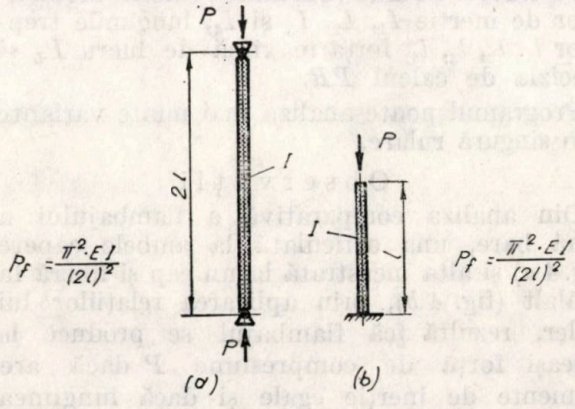


Fig. 4

Caz particular

Dacă transformăm bara în patru trepte, printr-un proces de trecere la limită, într-o bară cu trei trepte și făcînd $I_4 \to I_3$, $l_3 + l_4 \to l_3$, $c \to q$ din ecuația de mai sus, obținem chiar ecuația de stabilitate a barelor în trei trepte cunoscută din paragraful precedent.

Programul de calcul FLAMCRI-4

Rezolvarea prin încercări a ecuației de stabilitate este practic imposibilă. De aceea s-a întocmit programul de calcul FLAMCRI-4, care rezolvă ecuația de stabilitate cu precizia dorită, determină forță critică minimă de flambaj și calculează coeficientul de siguranță la flambaj.

Pe cartela de date vom indica valorile momentelor de inerție I_1, I_2, I_3 și I_4, lungimile treptelor l_1, l_2, l_3, l_4, forța maximă de lucru P_L și precizia de calcul PR.

Programul poate analiza mai multe variante la o singură rulare.

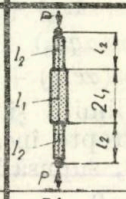
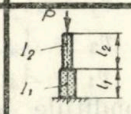
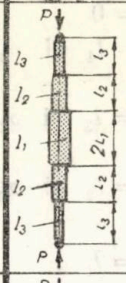
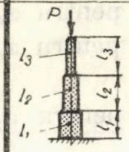
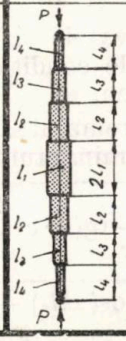
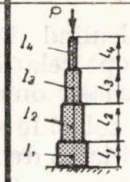
Observații

Din analiza comparativă a flambajului a două bare, una articulată la ambele capete (fig. 4 *a*) și alta încastrată la un cap și liberă la celălalt (fig. 4 *b*), prin aplicarea relațiilor lui Euler, rezultă că flambajul se produce la aceeași forță de compresiune P dacă are momente de inerție egale și dacă lungimea primei bare este dublă față de cea de-a doua.

Pe baza observației de mai sus, se poate conchide că în cazul unor construcții simetrice în trepte articulate la capete, supuse la compresiune (exemplu: cilindri hidraulici telescopici simetrici), menționate în tabelul 1, putem utiliza ecuațiile de stabilitate deduse în paragrafele precedente.

Singura deosebire constă în faptul că lungimea l_1, din relații, este jumătate din lungimea tronsonului central.

Tabelul 1

Cazul	Construcția analizată	Model echivalent	Ecuația de stabilitate nr.	Ecuația de stabilitate expresia	Progr. de calcul
1			i	$tg(\alpha l_1)\, tg(\alpha \kappa l_2) = \kappa$	FLAMCRI 2
2			ii	$\frac{1}{4} tg(\alpha l_1) : \frac{q\cos(\kappa\kappa l_2)\cos(\kappa q l_3) - \kappa \sin(\kappa\kappa l_2)\sin(\kappa q l_3)}{q\sin(\kappa\kappa l_2)\cdot\cos(\kappa q l_3) + \kappa\cos(\kappa\kappa l_2)\sin(\kappa q l_3)}$	FLAMCRI 3
3			iii	$\frac{q}{4c} tg(\alpha c l_4) = \frac{N}{n}$	FLAMCRI 4

Concluzii

- În lucrare se analizează posibilitatea apariției flambajului la circurile hidraulice și mecanice de lungime mare, utilizate în instalațiile de foraj și intervenție transportabile și se elaborează relații de calcul al stabilității acestora în diverse cazuri constructive întîlnite în mod curent în proiectare.
- Relațiile de calcul stabilite în lucrare sînt valabile și pentru alte structuri în trepte similare, încastrate la un cap și libere la celălalt cap, solicitate la compresiune.
- De asemenea, relațiile stabilite sînt valabile și în cazul unor construcții în trepte simetrice articulate la ambele capete supuse la compresiune, cu mențiunile din tabelul 1.
- Lucrarea prezintă și programele de calcul, realizate pe baza relațiilor stabilite pentru fiecare caz analizat în parte, programe experimentale și rulate pe calculatorul FELIX C-256, cu utilitate imediată în proiectare.

CENTRUL DE CERCETĂRI PENTRU SECURITATE MINIERA

EXECUTĂ CERCETĂRI FUNDAMENTALE ŞI APLICATIVE ÎN DOMENIILE:

• aeraj şi climatizarea minelor, ventilaţie industrială • prevenirea şi combaterea pericolului acumulărilor de metan, a altor gaze şi pulberi explozive sau toxice, fenomene gazodinamice • tehnologia lucrărilor de împuşcare, materiale explozive • asigurarea condiţiilor de mediu la locurile de muncă - combaterea prafului, a zgomotului şi vibraţiilor • prevenirea şi combaterea focurilor endogene • normative, cauzalitatea accidentelor • materiale de propagandă de protecţie a muncii (afişe, broşuri, diafilme) • psihologia muncii în industria minieră • electrosecuritatea în industria minieră • verificarea şi atestarea protecţiei antiexplozive • pericolul încărcării electrostatice • instalaţii de automatizare, telecomunicaţii, telecontrol, metanometre pentru industria minieră • prevenirea, detectarea şi combaterea incendiilor • combaterea poluării atmosferei de către industria minieră • analize fizico-chimice, verificări avizări privind parametrii de securitate, expertize tehnice, asistenţă tehnică de specialitate • salvare minieră.

PETROŞANI 2675, Str. Dr. Petru Groza nr. 32-34
Telefon 41621 - 41622

1985 SEP 2 5

MINISTERUL PETROLULUI

CENTRALA GAZULUI METAN - MEDIAŞ -

INTREPRINDEREA MECANICĂ GAZ METAN

MEDIAŞ

PRODUCE:

- Aparatură pneumatică
- Aparate de măsură debite de gaze
- Arzătoare pentru gaze naturale
- Confecţii de utilaje tehnologice pentru ţiţei şi gaze, precum şi:

UTILAJE COMPLEXE PENTRU EXTRACŢIA GAZELOR NATURALE

- Unitate de producţie, cu următoarele caracteristici principale :
  presiunea statică, max. 250 bari,
  presiunea de lucru, 64-40 bari
  debite de lucru, între 10 000 şi 910.000 Nm³/zi;
  debit maxim de lichid, 25 l/zi;
  eficienţa separării, min 99%;
  presiunea de acţionare, între 6 şi 1,5 bari.
- Instalaţie de protecţie automată a sondelor de gaze tip IP, cu următoarele caracteristici principale :
  - presiunea statică, max. 210 bari;
  - presiunea de comandă :
    - pentru ventil colţar, 6 bari;
    - pentru presostat şi ventil cu 3 căi, 1,5 bari;
  - presiunea de blocare la depăşirea parametrilor maximi şi minimi, reglabilă prin presostat.
- Încălzitor indirect de gaze automatizat tip IG-2, cu următoarele caracteristici principale :
  - presiunea statică maximă în serpentina tehnologică, 250 bari;
  - presiunea maximă de lucru în serpentina tehnologică, 120 bari;
  - presiunea maximă de ieşire din serpentină după duză, 64 bari;
  - debit de gaz tehnologic, max. 600.000 Nm³/zi;
  - capacitatea termică, 2 Gcal/h;
  - suprafaţa de încălzire în focar, 6,4 m²;
  - consumul de gaz combustibil, 24 Nm³/h;
  - presiunea de comandă şi acţionare, 1,5 şi 6 bari.

INTREPRINDEREA MECANICA PENTRU GAZ METAN - MEDIAŞ

Str. Aurel Vlaicu nr. 35 A, tel. 15864
Cod BIRUS: 776520, telex 66241
Cont: BN Pit. Mediaş 301 300 301

E 1115

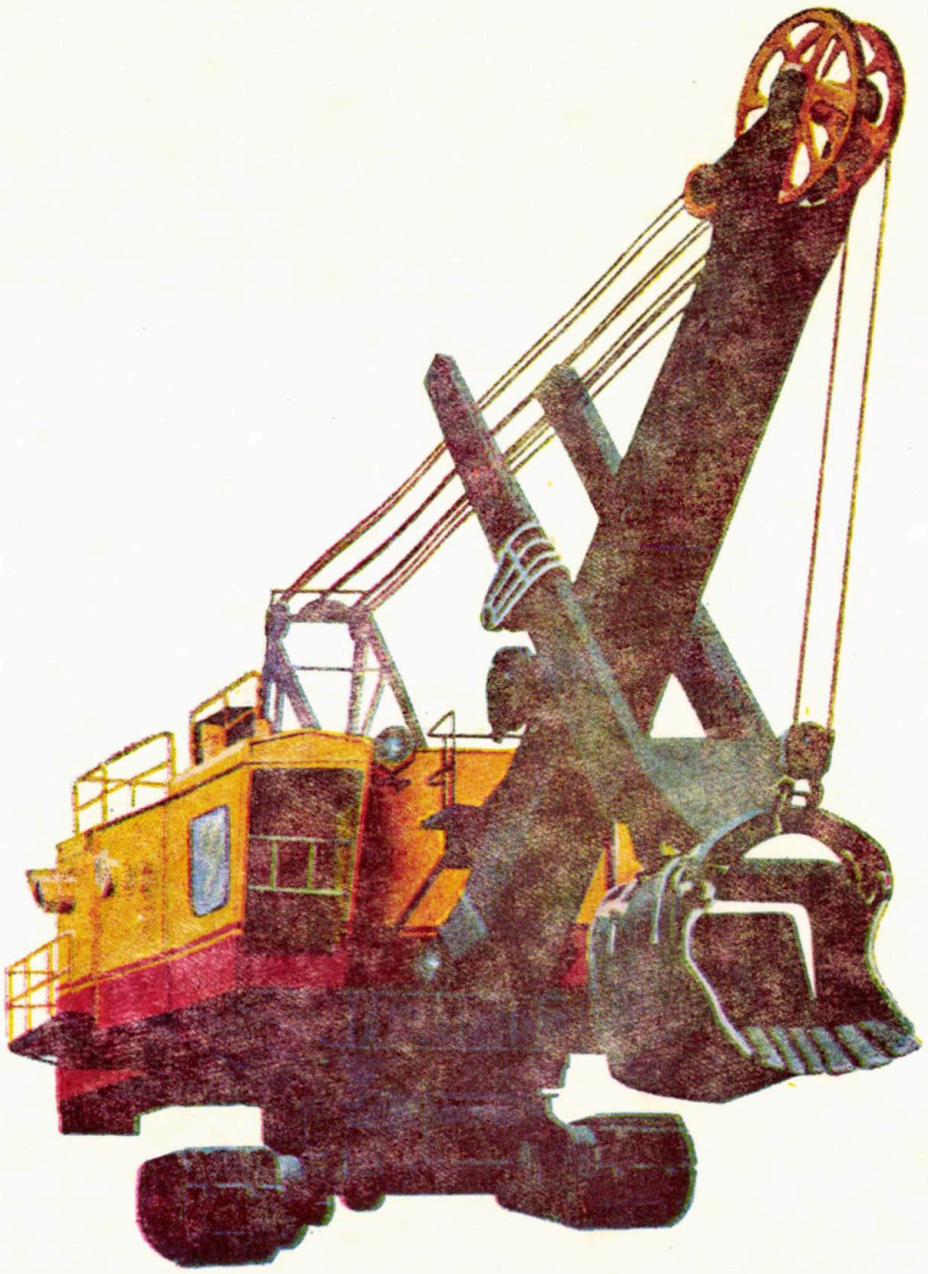
MINE
PETROL
GAZE

BUCUREȘTI ROMÂNIA • Vol. 36, septembrie 1985 9

PENTRU CARIERELE CU CONDIȚII DEOSEBIT DE DIFICILE FOLOSIȚI EXCAVATOARELE SOVIETICE

TIP EKG

EFICIENȚĂ MAXIMĂ ÎN TERENURILE STÎNCOASE!



Caracteristicile tehnice ale excavatoarelor

	EKG–5A	EKG–8I	EKG–12,5
Capacitatea cupei, m^3	5	8	12,5
Durata unui ciclu (încărcarea cupei, unghiul de rotație 90°), s	23	26	28
Puterea motorului, kW	250	520	1 250
Tensiunea, V	6 000/3 000	6 000/3 000	6 000

MACHINOEXPORT

USSR MOSCOW 117330 MOSCOW V-330 MACHINOEXPORT

147-15-42, 143-84-68 411207, 411242 MCHEX SU

E 1445

MINE, PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR ŞI MINISTERULUI PETROLULUI

ANUL XXXVI

NR. 9 1985

CUPRINS

Marchiş, Gh., Gâf-Deac, I. **Metodă de exploatare concomitentă a două felii în zone tectonizate ale zăcământului pentru nivelarea panoului supus mecanizării complexe** 425

Cozma, St. **Unele criterii specifice privind dimensionarea pilierilor de siguranţă la exploatarea zăcămintelor extrem de tectonizate din zona cristalină a munţilor Maramureşului** 430

Enache, C. **Consideraţii privind asecarea unui zăcământ inundat cu ape carbogazoase** 434

Matei, I., Băltăreţu Florica **Reglarea debitelor de aer în reţelele de aeraj cu ajutorul ventilatoarelor** 436

Constantinescu, I., Darabont, Al. **Combaterea vibraţiilor la unele tipuri de maşini şi instalaţii utilizate în industria minieră** 443

Macovei, N. **Stabilirea parametrilor de lucru la forajul cu aer-lift** 446

Pârcălăbescu, I.D., Ismailov, K.K. **Prognozarea stărilor de agregare ale sistemelor de hidrocarburi fluide în procesele de exploatare folosind datele analizelor geochimice şi fizico-chimice** 453

Iordache, G. **Estimarea puterii necesare carotajului mecanic** 460

Pavel, A. **Plesnirea longitudinală a tubulaturilor presurizate uniform la interior** 469

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. **VASILE SCRIPĂŢ**, preşedinte ; dr. ing. **GHEORGHE ALDEA** ; ing. **ŞTEFAN BENEA** ; dr. geol. **IOSIF BERCIA** ; ing. **TEODOR BORU** ; dr. ing. **GHEORGHE DONŢOV DANU** ; dr. ing. **IANCU GEANGĂLĂ** ; dr. ing. **FLOREA NEAGU** ; ing. **NICOLAE PANTILIE** ; **ELENA VRĂNCEANU**, redactor.

REZUMATE

622.273.15 : 622.232.7 : 622.831

Marchiş, Gh., Gâf-Deac, I. *Metodă de exploatare concomitentă a două felii în zone tectonizate ale zăcământului pentru nivelarea panoului supus mecanizării complexe*

Se prezintă o nouă metodă de exploatare care permite nivelarea compartimentelor superioare ale faliilor sau ale altor deranjamente tectonice. Experimentarea metodei propusă de autori s-a efectuat cu rezultate scontate la mina Lupeni, ceea ce a permis repunerea în funcţiune, în condiţii geo-miniere mai bune, a unui abataj frontal complex mecanizat de mare capacitate în felia principală supusă exploatării. Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 9, 1985

C.Z. 622.273.3 : 622.831

Cozma St. *Unele criterii specifice privind dimensionarea pilierilor de siguranţă la exploatarea zăcămintelor extrem de tectonizate din zona cristalină a munţilor Maramureşului*

Dimensionarea pilierilor de siguranţă în jurul lucrărilor de exploatare, în cazul zăcămintelor disjunctive tectonizate, cunoaşte anumite particularităţi. Autorul examinează aceste particularităţi şi propune un sistem grafic de dimensionare. Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 9, 1985

C.Z. 622.524 :622.843

Enache, C. *Consideraţii privind asecarea unui zăcământ inundat cu ape carbogazoase*

Autorul propune o formulă care permite calculul volumului de bioxid de carbon liber ce se degajă la fiecare treaptă de coborire a presiunii apei subterane drenate prin filtre şi, prin comparaţie cu volumul de pori determinarea suprapresiunii ce se creează în cupola de gaze.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 9, 1985

C.Z. 622.44 : 621.63

Matei, I., Băltăreţu Florica *Reglarea debitelor de aer în reţelele de aeraj cu ajutorul ventilatoarelor*

Autorii apreciază că extinderea domeniului de aplicare a ventilatoarelo auxiliare, precum şi a metodei combinate (uşi de aeraj şi ventilatoare de activare pentru reglarea debitelor de aer, în reţelele de lucrări miniere, constituie un mijloc raţional pentru reducerea depresiunilor în zonele de exploatare şi, implicit, pentru creşterea gradului de securitate în subteran.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 9, 1985

C.Z. 628.517

Constantinescu, I., Darabont, Al. *Combaterea vibraţiilor la unele tipuri de maşini şi instalaţii utilizate în industria minieră*

Pentru anihilarea sau cel puţin limitarea efectelor dăunătoare ale vibraţiilor, autorii propun montarea maşinilor şi instalaţiilor generatoare de vibraţii pe dispozitive vibroizolante la care elementul elastic din cauciuc să fie înlocuit cu poliuretan tip Moldotan.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 9, 1985

C.Z. 622.243.622.276

Macovei, N. *Stabilirea parametrilor de lucru la forajul cu aer-lift*

Se demonstrează posibilitatea utilizării teoriilor semiempirice, dar suficient de precise, aplicate la proiectarea extracţiei petrolului prin gaz-lift. Sînt evidenţiate cîteva criterii ce permit să se determine parametrii optimi ai circulaţiei : debitul de aer injectat şi cel de lichid antrenat, adîncimea de scufundare a ţevilor de aer şi presiunea de injecţie necesară.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 9, 1985

C.Z. 65.012.23 : 553.98 : 622.276

Pârcălăbescu, I. D., Ismailov, K. K. *Prognozarea stărilor de agregare ale sistemelor de hidrocarburi fluide în procesele de exploatare folosind datele analizelor geochimice şi fizico-chimice*

Din îmbinarea analizelor geochimice şi fizico-chimice asupra hidrocarburilor fluide în condiţii de zăcămînt, cu metode matematice de diagnosticare, s-au elaborat metode fizico-matematice care permit prognozarea capacităţii energetice a presiunii de saturaţie şi a regimurilor de exploatare a zăcămintelor de ţiţei.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 9, 1985

C.Z. 550.822.3

Iordache, G. *Estimarea puterii necesare carotajului mecanic*

Sînt prezentate, pentru prima oară, complet şi însoţite de exemple concrete, etapele calculului puterii necesare carotajului mecanic.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 9, 1985

C.Z. 621.643 : 622.692.4

Pavel, A. *Plesnirea longitudinală a tubulaturilor presurizate uniform la interior*

Se prezintă o metodă originală de evaluare a presiunii la care poate surveni plesnirea longitudinală a tubulaturilor presurizate, uniform la interior. Exemplificarea se face în circumstanţele cedării, prin acţiunea gheţii, a unei conducte tehnologice. Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 9, 1985

CONTENTS

C.Z. 622.273.15 ;622.232.7 ; 622.831

Marchiș, Gh., Gâf-Deac, I. *Method of concomitant mining of two slices in tectonically disturbed areas of the deposit for the levelling of the panel subject to complex mechanization*

A new mining method is presented, which allows the levelling of the upper compartments of the fractures or other tectonic disturbances. The method proposed by the authors was tested with good results at the Lupeni mine, which allowed the mining of a mechanized, high-capacity longwall face in improved geological and mining conditions, in the main slice being worked in.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 36, nr. 9, 1985

C.Z. 622.273.3 ; 622.831

Cozma, St. *Some specific criteria regarding the sizing of the safely pillars in mining the strongly disturbed deposits in the cristalline area of the Maramuresh Mountains*

The sizing of the safety pillars round the mining workings, in the case of the disjunctively disturbed deposits, is subject to certain peculiarities. The author examines these peculiarities and proposes a graphical sizing system.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 36, nr. 9, 1985

C.Z. 622.524 : 622.843

Enache, C. *Considerations regarding the dewatering of a deposit flooded by carbo-gaseous waters*

The author proposes a formula for the calculation of the free carbon dioxide volume escaped on each pressure drop step of the underground water drained through filters, and, by comparison with the pore volume of the dewatered rock, the determination of the overpressure created in the gas dome.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 36, nr. 9, 1985

C.Z. 622.44 : 621.63

Matei, I., Băltăreț u Florica) *Air flowrates control in ventilation networks with the help of fans*

The authors consider that the extension of the application field of the auxiliary fans, as well as of the combined method (ventilation doors and booster fans) in order to control the air flowrates in the ventilation networks of the mining workings represents an efficient way to reduce underpressure in the mining areas and, implicitly, to increase the safety degree underground.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 36, nr. 9, 1985

C.Z. 628.517

Constantinescu, I., Darabont, Al. *Preventing the vibrations of certain machines and equipments used in the mining industry*

In order to prevent or, at least to limit the damage caused by vibrations, the authors propose the installation of the machines and equipments likely to generate vibrations on vibration-proof devices, where the elastic rubber dampener should be replaced by type Moldotan polyurethane.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 36, nr. 9, 1985

C.Z. 622.243 : 622.276

Macovei, N. *Setting the working parameters in air-lift drilling*

The possibility of applying semi-empirical theories of sufficient accuracy in designing the gas-lift oil extraction is demonstrated. A few criteria allowing the determination of the optimized flow parameters are outlined : injected air rate, driven fluid rate, air pipelines immersion depth and the required injection pressure.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 36, nr. 9, 1985

C.Z. 65.012.23 : 553.98 : 622.276

Pârcălăbescu, I. D., Ismailov, K. K. *Predicting the state of the fluid hydrocarbon systems in production processes by using geochemical and physico-chemical survey data*

By combining the geochemical and physico-chemical survey data related to the fluid hydrocarbons in deposits, with mathematical prediction methods, physico-mathematical methods have been developed, allowing the prediction of the energetic capacity of the saturation pressure and of the drive types of the oil reservoirs.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 36, nr. 9, 1985

C.Z. 550.882.3

Iordache, G. *Power estimation required for mechanical coring*

The calculation stages of the power required for mechanical coring are presented for the first time, complete and supported by specific examples.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 36, nr. 9, 1985

C.Z. 621.643 : 622.692.4

Pavel, A. *Longitudinal cracking of the uniformly inside pressurized pipeline systems*

An original method is presented for the pressure estimation at which the longitudinal cracking of the uniformly inside pressurized pipeline systems may occur. An example is given for the failure of a process pipeline under the action of ice.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 36, nr. 9, 1985

СОДЕРЖАНИЕ

C.Z. 22.273.15 ъ22.232.7: 622.831

Маркиш, Г., Гыф-Деак, И. *Метод одновременной эксплуатации двух слоев в тектонических зонах месторождения для уравнения комплексно-механизированного панеля*

Представлен новый метод эксплуатации, обеспечивающий уравнения верхних частей сбросов или других разрывов. Эксперимент предложенного авторами метода осуществился с предвиденными результатами на шахте Лупень, то что приводил к перепуску в эксплуатации, на лучших горно-геологических условиях, фронтального забоя комплексно-механизированного, большой мощности, в главном эксплуатируемом слое.

Ключевые слова: метод, слой, тектонические зоны, забой комплексно-механизированный, панель.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 36, nr. 9, 1985

C.Z. 622.273.3 : 622.831

Козма, Ш т. *Некоторые специфические критерии определения размеров предохранительных целиков при эксплуатации очень тектонизированных месторождений в кристаллической зоне гор Марамурешулуй*

Определение размеров предохранительных целиков выработок в случае дизъюнктивно-тектонизированных месторождений имеет некоторые особенности. Автор обсуждает эти особенности и прелагает графическую систему определания размеров.

Ключевые слова: определение размеров, предохранительные целики, эксплуатация, месторождение, горы Марамурешулуй

Mine, Petrol și Gaze, vol. 36, nr. 9, 1985

C.Z. 622.524 : 622.843

Енаке, К. *Соображения о осушении месторождения, обводнённого насыщённой углекислотной водой*

Автор предлагает формулу обеспешающую расчёт обёъма свободной двуокси углерода, выделённой с каждой степенью снижения давления подземной воды, дренированной фильтрированием, и сравнением с объёмом пор осушаемой породы, определение сверхдавления появляющего в куполе газов.

Ключевые слова: осушение, обводнённое месторождение, углекислотная вода, осушаемая порода.

Mine, Petrol și Gaze, vol. 36, nr. 9, 1985

C.Z. 622.44 : 621.63

Матей, И., Бэлтэрецу Флорика *Урегулирование воздушных производительностей в вентиляционных трубах с помощью вентиляторов*

Авторы предполагают, что расширение области применения вспомогательных вентиляторов, а также

комбинированного метода (вентиляционные окна и активационные вентиляторы) для урегулирования производительности воздуха в выработках является рациональным способом для снижения депресий в эксплуатационных зонах и одновременно для повышения безопасности в подземном забое.

Ключевые слова: производительность воздуха, вентилятор, применение, комбинированный метод.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 9, 1985

C.Z. 628.517

Константинеску, И., Дарабонт, Ал. *Борьба с вибрациями на некоторые типы машин и установок, используемых в добывающей промышленности*

Для удаления и для ограничения вредных последствий вибраций, авторы предлагают монтаж машин и установок—генераторы вибраций—на виброизолирующих устройствах у которых упругий резиновый элемент быть заменён полиуретаном типа Молдотана.

Ключевые слова: вибрации, машины и установки, добывающая промышленность, Молдотан.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 9, 1985

C.Z. 622.243 : 622.276

Маковей, Н. *Определение рабочих параметров при бурения аер-лифтом*

Демонстрируется возможность использования полуэмпирических теорий, достаточно точных, применеиных при проектировании добычи нефти газ-лифтом. Выявлены несколько критерий, обеспечивающих определение оптимальных параметров циркуляций: количество нагнетанного воздуха и уносимой жидкости, глубина опускания воздухопроводов и необходимое давление нагнетания.

Ключевые слова: определение, рабочие параметры, аер-лифт, нефтедобыча.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 9, 1985

C.Z. 65.012.23 : 553.98 : 622.276

Пыркэлэбеску, Д. И., Исмайлов, К. К. *Прогнозирование агрегатного состояния систем флюидных углеводородов в процессах эксплуатации, используя гео-химические и физикохимические анализы*

Соединением геохимических и физикохимических анализов флюидных углеводородов в условиях месторождения с математическими методами и оценки создались физикоматематические методы, которые дают возможности прогнозировать энергоспособности давления насыщения и режимы эксплуатации нефтяных месторождений.

Ключевые слова: прогноз, агрегатное состояние, флюидные углеводороды, геохимические, физикохимические, математические методы.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 9, 1985

C.Z. 550.822.3

Йордаке, Г. *Оценка необходимой мощности механического каротажа*

Впервые, представлены полно и сопровождены конкретными примерами этапы расчёта мощности, необходимой для механического каротажа.

Ключевые слова: оценка, необходимая мощность, каротаж, расчет.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 9, 1985

C.Z. 621.643 : 622.692.4

Павел, А. Продольное растрескивание труб под внутренним равномерным давлением

Представлен новый подлиный метод оценки давления при котором может производиться продольное растрескивание труб под внутренним равномерным давлением. Дан пример растрескивания технологической трубы под действием лёда.

Ключевые слова: растрескивание, внутреннее равномерное давление, лёд.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 9, 1985

INHALT

C.Z. 622.273.15 : 622.232.7 : 622.831

Marchiş, Gh., Gâf-Deac, I. *Methode für den gleichzeitigen Abbau zweier Scheiben in Störungszonen der Lagerstätten für die Nivellierung des mechanisierten Abbaublocks*

Vorgestellt wird eine neue Abbaumethode welche die Nivellierung der Oberabteilungen der Verwerfungen oder anderer tektonischen Störungen erlaubt. Die Versuche mit der von den Verfassern vorgeschlagenen Methode wurden mit den abgewarteten Ergebnissen in der Grube Lupeni durchgeführt, was die Inbetriebnahme in verbesserten geologischen und bergbaulichen Verhältnissen eines mechanisierten Strebes grosser Kapazität in der abzubauenden Hauptscheibe ermöglicht.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 9, 1985

C.Z. 622.273.3 : 622.831

Cozma, St. *Einige spezifische Kriterien betreffend die Dimensionierung der Sicherheitspfeiler in dem Abbau von stark gestörten Lagerstätten in der kristallinen Zone von den Maramuresch Gebirgen*

Die Dimensionierung der Sicherheitspfeiler um die Grubenbaue im Falle der disjunktiv gestörten Lagerstätten weisst einige Eigenschaften auf. Der Verfasser prüft diese Eigenschaften und schlägt ein graphisches System für die Dimensionierung vor.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 9, 1985

C.Z. 622.524 : 622.843

Enache, C. *Betrachtungen betreffend die Entwässerung einer mit karbo-gashaltigen Gewässern ersäuften Lagerstälte*

Der Verfasser schlägt eine Formel vor, welche die Berechnung des freien Kohlendioxydvolumens, welches sich auf jeder Druckabfallstufe der durch Filter erfolgten Gebirgsentwässerung entbindet und im Vergleich mit dem Porenvolumen des entwässerten Gesteines, die Bestimmung des in der Gaskappe sich entwickelnden Überdrucks erlaubt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 9, 1985

C.Z. 622.44 : 621.63

Matei, I., Bălăreţu Florica *Die Luftmengenregullierung in den Bewetterungsnetzen mit Hilfe der Ventilatoren*

Die Verfasser behaupten dass die Erweiterung des Anwendungsbereiches der Zusatzlüfter sowie der kombinierten Methode (Wettertüren und Verstärkerventilatoren)für die Regulierung der Luftmengen in den Grubenbewetterungsnetzen eine vernünftige Mittel zur Verminderung der Unterdrücke in den Abbauzonen, und dadurch, zur Erhöhung des Sicherheitsgrades untertage, darstellt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 9, 1985

C.Z. 628.577

Constantinescu, I., Darabont, Al. *Die Bekämpfung der Vibrationen bei einigen bergbaulichen Maschinen und Ausrüstungen*

Zur Bekämpfung oder, wenigstens zur Begrenzung der schädlichen Einflüsse der Vibrationen, schlagen die Verfasser die Montage der von Vibrationen herstellenden Maschinen und Ausrüstungen auf vibrationsfesten Einrichtungen vor, wobei der elastische Gummidämpfer durch Polyurethan Typ Moldotan ersetzt wird.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 9, 1985

C.Z. 622.243 : 622.276

Maĉovei, N. *Feststellung der Arbeitsparameter bei den air- ift Bohrungen*

Nachgewiesen wird die Möglichkeit der Anwendung von halbempirischen, aber genügend genauen Theorien, zur Projektierung der air-lift Ölförderung. Ausgezeichnet werden einige Kriterien die die Bestimmung der optimalen Strömungsparameter ermöglichen: Menge der gepumpten Luft und der geförderten Flüssigkeit, die Senkungstiefe der Luftrohrleitungen und der notwendige Injektionsdruck.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 9, 1985

C.Z. 65.012.23 : 553.98 : 622.276

Pârcălăbescu, I. D., Ismailov, K. K. *Die Vorhersage des Zustands der flüssigen Kohlenwasserstoffsysteme in den Förderungsprozessen unter Anwendung der Angaben der geochemischen und physikalisch- chemischen Analysen*

Aus der Korrelierung der geochemischen und physikalisch-chemischen Analysen der flüssigen Kohlenwasserstoffsysteme unter Lagerstättenverhältnissen, mit mathematischen Vorhersagemethoden, wurden physikalisch-mathematische Methoden erarbeitet mit Hilfe welcher die energetische Kapazität des Sättigungsdrucks und die Art des Betriebes vorhergesagt werden kann.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 9, 1985

C.Z. 550.822.3

Iordache, G. *Einschätzung der zur mechanischen Kernbohrungen notwendigen Leistung*

Vorgestellt werden für das erste Mal, komplett mit entsprechenden Beispielen, die Berechnungsstufen der zur mechanische Kernbohrungen notwendigen Leistung.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 9, 1985

C.Z. 621.643 : 622.692.4

Pavel, A. *Längsabplatzen der unter erhöhten, gleichmässigen inneren Druck stehenden Rohrleitungen*

Vorgestellt wird eine originale Methode für die Einschätzung des Druckwertes bei welchem das Längsabplatzen der unter erhöhtem gleichmässigen inneren Druck stehenden Rohrleitungen auftreten kann. Die Beispiele beziehen sich auf das Abplatzen einer technologischen Rohrleitung als Folge der Eiswirkung.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 9, 1985

SOMMAIRE

C.Z. 622.273.15 : 622.232.7 : 622.831

Marchiş, Gh., Gâf-Deac, I. *Méthode d'exploitation concomitente de deux tranches dans les zones tectonisées du gisement en vue de la nivelation du panneau soumis à la mécanisation complèxe*

On présente une nouvelle méthode d'exploitation qui permet la nivelation des compartiments supérieurs des failles ou des autres dérangements tectoniques. L'experimentation de la méthode proposée par les auteurs a été éffectuée à la mine Lupeni avec les résultats prévus, ce qui a permis la remise en fonction, dans des conditions géominières supérieures, d'une taille entièrement mécanisée de grande capacité dans la tranche principale soumise à l'exploitation.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 9, 1985

C.Z. 622.273.3 : 622.831

Cozma, St. *Quelques critères spécifiques concernant le dimensionnement des piliers de sécurité dans les exploitations des gisements extrêmement tectonisés dans la région cristalline des monts Maramureş*

Le dimensionnement des piliers de sécurité autour des travaux d'exploitation, dans le cas des gisements tectonisés disjonctivement connait certaines particularités. L'auteur analyse ces particularités et propose un système graphique de dimensionnement.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 9, 1985

C.Z. 622.524 : 622.843

Enache, C. *Considérations concernant l'assèchement d'un gisement inondé par des eaux carbogazeuses*

L'auteur propose une formule qui permet le calcul de la cantité de bioxyde de carbon libre qui se dégage à chaque niveau de descente de la pression de l'eau souterraine drainée par les filtres, et, en comparant avec le volume des pores de la roche asséchée, la détérmination, de la surpression qui se forme dans la coupole de gaz.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 9, 1985

C.Z. 622.44 : 621.63

Matei, I., Băltăreţu Florica *Le réglage des débits d'air dans les réseaux d'aérage à l'aide des ventilateurs*

Les auteurs considèrent que l'extension du domaine d'application des ventilateurs auxiliaires, ainsi que de la méthode combinée (gambots et ventilateurs d'activation) pour le réglage des débits d'air, dans les réseaux de travaux miniers, constitue un moyen rationel pour la réduction des dépressions dans les zones d'exploitation et, implicitement, pour l'augmentation du degré de sécurité dans le souterrain.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 9, 1985

C.Z. 628.517

Constantinescu, I., Darabont, Al. *Le combattement des vibrations à certains types de machines et installations utilisées dans l'industrie minière*

Afin d'annihiler ou, au moins, de limiter les effets négatifs des vibrations, les auteurs proposent l'installation des machines et des installations qui produisent des vibrations sur des dispositifs vibroisolants dont l'élément élastique en caoutchouc soit remplacé par du poliurethan de type Moldotan.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 9, 1985

C.Z. 622.243 : 622.276

Macovei, N. *L'établissement des paramètres de travail au forage à air-lift*

On démontre la possibilité d'utiliser des théories semi-empiriques, mais assez précises, appliquées à la projection de l'extraction du pétrole par le gaz-lift. On met en évidence quelques critères qui permettent la détermination des paramètres optimales de la circulation ; le débit d'air injecté et de liquide entrainé, la profondeur de submersion des tuyaux d'air et la pression d'injection nécessaire.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 9, 1985

C.Z. 65.012.23 : 553.98 : 622.276

Pârcălăbescu, I. D., Ismailov, K. K. *Prognose des états d'agrégation des systèmes de hydrocarbures fluides dans les processus d'exploitation, en utilisant les données des analyses géochimiques et physiques-chimiques.*

En base des analyses géochimiques et physiques-chimiques effectuées sur les hydrocarbures fluides dans des conditions de gisement, avec des méthodes mathématiques de diagnose, on a élaboré des méthodes physiques-mathématiques qui permettent la prognose de la capacité énergétique de la pression de saturation et des régimes d'exploitation des gisements de pétrole.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 9, 1985

C.Z. 550.822.3

Iordache, G. *L'éstimation de la force nécessaire au carottage mécanique*

On présente, pour la première fois, complètement et accompagnées par des exemples concrets, les étapes du calcul de la force nécessaire au carottage mécanique.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 9, 1985

C.Z. 621.643 : 622.692.4

Pavel, A. *La fêlure longitudinale des tubes à l'intérieur uniformement résistant à la pression*

On présente une méthode originale d'évaluation de la pression à laquelle peut se produire la fêlure longitudinale des tubes à l'intérieur uniformement résistants à la pression. L'exemplification se fait dans les conditions de l'éclatement d'un tuyau technologique sous l'action de la glace.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 9, 1985

Revista MINE, PETROL şi GAZE este editată de Oficiul de informare documentară pentru industria minieră, Bucureşti, Calea Victoriei 220, sector I, cod. 71104, C.P. 22 — 146, telefon 59.29.75.
Tiparul : Intreprinderea poligrafică „Informaţia", str. Brezoianu nr. 23—25, Bucureşti c. 1469

Preţul : 13 lei/exemplar

Grafica : A. Socaciu

c. 1469

Metodă de exploatare concomitentă a două felii în zone tectonizate ale unui strat de cărbune pentru nivelarea unui panou echipat cu complex mecanizat de abataj

Ing. Gh. Marchiș, ing. I. Gâf-Deac
Întreprinderea minieră Lupeni

I. Probleme generale

Variația structurală și deranjamentele tectonice ale unui strat de cărbune provoacă mari dificultăți în realizarea programelor de mecanizare complexă a procesului de extragere a cărbunelui din abataje.

Un astfel de caz îl constituie exploatarea cu complexe mecanizate tip CMA-5H, a stratului 3, blocul V-sud, din mina Lupeni, zonă în care prin lucrările miniere de contur nu s-a putut identifica alcătuirea litologică a stratului de la acoperiș spre culcuș, decît în limita primei felii extrasă pe înclinare.

Forajele de explorare, situate la 25 m în amonte de galeria de cap a panoului supus exploatării, au determinat grosimea de 20 m a stratului — pe normală, evidențiind și faptul că stratul este mai curat spre acoperiș pe circa 10 m, iar spre culcuș intercalațiile și incluziunile de steril sînt mai numeroase și mai dezvoltate; înclinarea stratului este de 10—15°.

Abatajul a interceptat în front o falie cu înclinarea de 70° și amplitudinea de 6—8 m, situată la 10 m de poziția galeriei de cap (fig.1).

Falia a creat dificultăți și restricții tehnologice în desfășurarea procesului de extragere a cărbunelui cu complexul mecanizat CMA-5H, necesitînd lucrări suplimentare în compartimentul superior al stratului.

Pentru soluționarea acestui inconvenient, s-a conceput o metodă nouă de exploatare eficientă, cu posibilități reale de generalizare pentru cazuri similare de deranjamente tectonice.

II. Prezentarea variantelor de nivelare a feliei în compartimentul superior al deranjamentului tectonic

Abatajul frontal supus noului procedeu de exploatare este conturat de lucrările miniere următoare (fig. 2):

— galerie principală de bază, G'_B;
— galerie de bază, G_B;
— linie de front activă, L_{ab};
— galerie de cap, G_c;
— axul de aeraj, A_a.

Pentru extragerea cărbunelui din compartimentul superior s-au considerat — inițial — mai multe variante:

- exploatarea cu abataje frontale pe înclinare, în felii succesive pînă la planul faliei, care reprezintă însă marele dezavantaj că necesită un echipament de susținere suplimentar;
- exploatarea cu abataje cu front scurt în retragere, cu principalul dezavantaj că pentru felia următoare este necesară executarea unui preabataj nou, sub tavanul artificial;
- exploatarea cu abataje cameră în avans, concomitent cu avansarea frontului complex mecanizat.

Toate aceste variante nu oferă însă soluția optimă pentru nivelarea deranjamentului tectonic într-un timp minim, creînd pericolul de intrare în presiune a liniei principale de front; totodată, necesită însemnate consumuri de muncă și materiale.

În urma unei analize detaliate, s-a proiectat o metodă nouă, premieră în mineritul carbonifer, pentru exploatarea concomitentă a celor două felii sub tavan de rezistență și amenajarea galeriei de cap definitive pentru abatajul frontal mecanizat.

Etapele pregătitoare pentru punerea în aplicare a noului procedeu sînt următoarele:

— reducerea înălțimii de lucru a complexului mecanizat CMA-5H la 3,5—3,8 m;
— montarea în galeria de cap (12,5 m²) a transportorului TR-3, de la stația de întoarcere TR-7, pînă la limita de extragere mecanizată (140 m pe direcție);

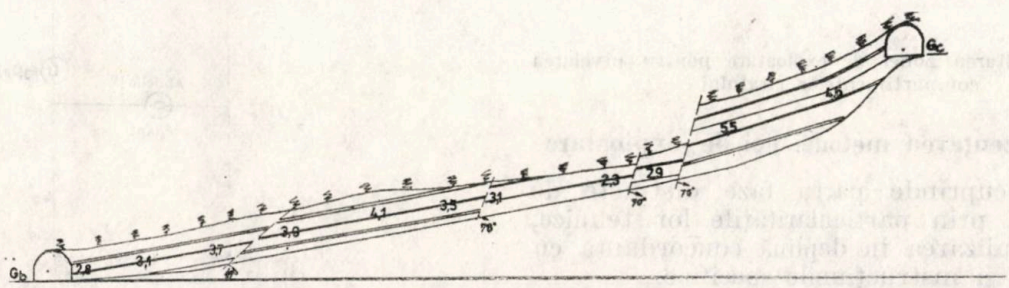


Fig. 1. Secțiune geologică în frontul abatajului echipat cu complexul CMA-5H, marcată de deranjamentul tectonic în zona galeriei de cap

— executarea preabatajului de atac în felia I, susținut direct cu stîlpi hidraulici SVJ-2800 mm și grinzi metalice GSA-1,25 m; pe linia de pornire a frontului scurt, dotat cu transportor TR-2, se execută scarpa la 70°;

— curățarea completă a cărbunelui pe planul faliei și execuția scarpei în zona galeriei de cap (fig. 3).

Aceste operații pregătitoare pentru începerea exploatării în noua metodă de nivelare a compartimentului superior al feliei sînt simple și necesită tehnologii convenționale.

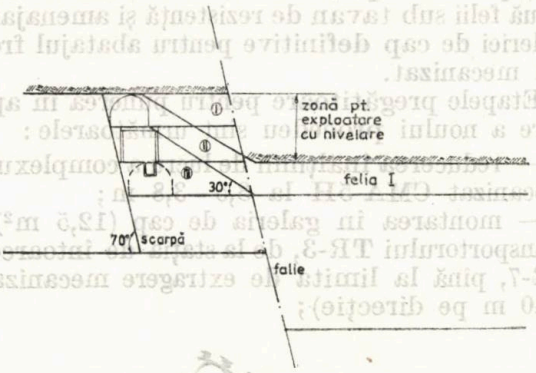


Fig. 3. Delimitarea zonei de exploatare pentru nivelarea compartimentelor stratului

III. Prezentarea metodei noi de exploatare

Metoda cuprinde patru faze distincte de lucru care, prin particularitățile lor tehnice, necesită finalizarea în deplină concordanță cu monografia și instrucțiunile specifice.

Se remarcă plasarea concomitentă a două fronturi scurte, în felii, ceea ce presupune exploatarea în final pe o înălțime de 6 m a compartimentului superior al faliei, executîndu-se nivelarea feliei propriu-zise.

Numărul formațiilor, componența și amplasarea lor, corespunzător operațiilor tehnologice

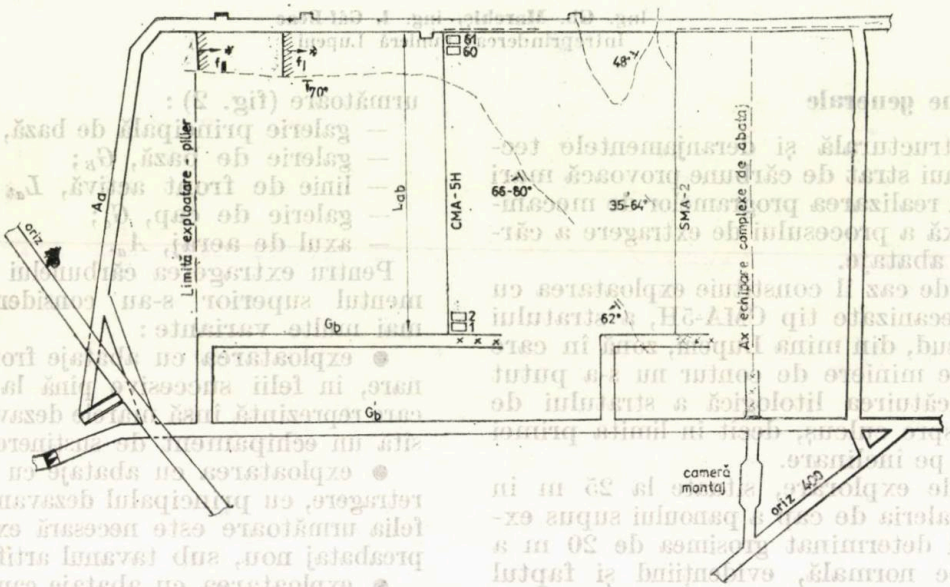


Fig. 2. Abataj frontal mecanizat supus noii metode de exploatare pentru eliminarea deranjamentului tectonic

impuse de noua metodă de lucru, sînt redate în figura 4, cu următoarele semnificații:

F_1 — formația care execută săparea și amenajarea galeriei de aeraj de profil special, în felia a III-a;

F_2 — formația plasată pentru operațiile de exploatare propriu-zisă a frontului scurt în felia a II-a, sub tavan de rezistență;

F_3 — formația care execută nivelarea vetrei pentru intrarea în felia I și felia a II-a, scurtarea succesivă a transpor-

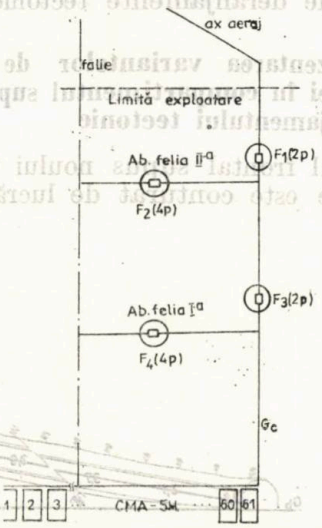


Fig. 4. Modul de amplasare a formațiilor de lucru pentru metoda de exploatare concomitentă a două felii

torului TR-3, montarea stivelor și conturarea scarpei;

F_4 —formația plasată pentru operațiile de exploatare a frontului scurt din felia I, sub acoperiș în sistem clasic, cu stîlpi SVJ-2800 mm și grinzi metalice GSA-1,25 m.

Fazele principale ale metodei de exploatare care urmărește nivelarea compartimentului superior al faliei sînt următoarele.

Faza I. Se execută preabatajul de atac al frontului scurt susținut direct cu stîlpi hidraulici SVJ-2800 mm și grinzi GSA-1,25 m, concomitent cu scarpa în peretele sting al galeriei și armarea zonei de falie curățată de cărbune (fig. 5).

La începerea exploatării cu această falie, care coincide cu limita ulterioară de oprire a complexului mecanizat de abataj CMA-5H, se execută, de asemenea, scarpa, și, în paralel cu avansarea, se montează pe vatră grinzile GSA-1,25 m, cuplate, pentru formarea tavanului de rezistență (fig. 6).

Extragerea cărbunelui se face prin procedeul clasic de perforare-împușcare.

Acest front va avansa minimum 30 m în retragere, pentru a respecta prevederile Normelor de Protecția Muncii referitoare la decalajul între felii (fig. 7).

Faza a II-a. Se procedează la montarea stivelor spre frontul scurt al felici I; totodată, jumătate din profilul galeriei de cap, spre scarpă,

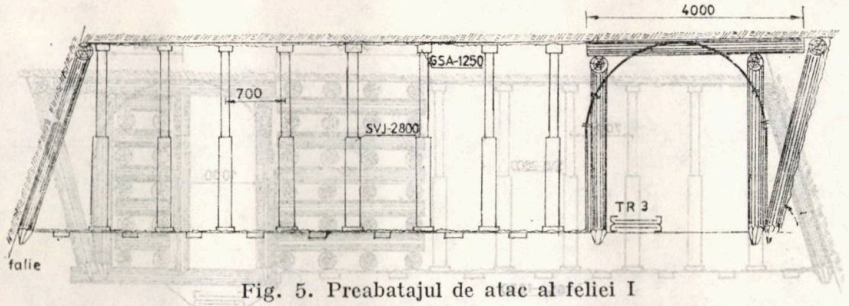


Fig. 5. Preabatajul de atac al feliei I

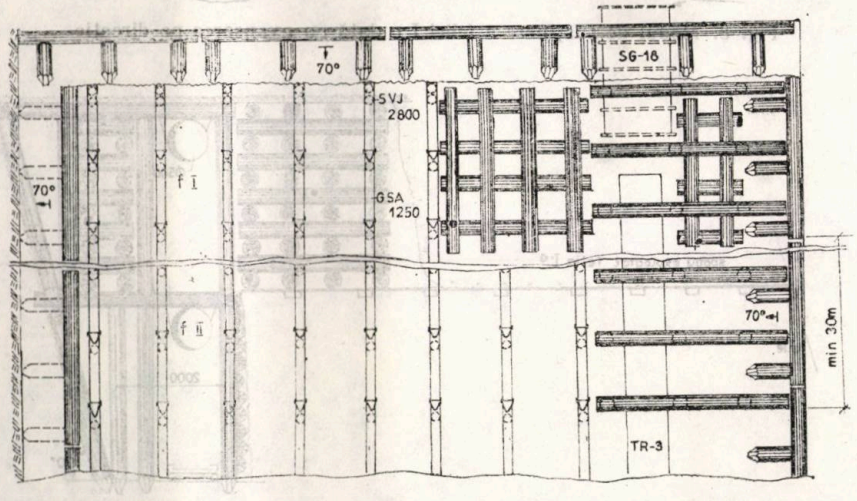


Fig. 6. Poziția de începere a exploatării celor două felii, cu execuția scarpelor

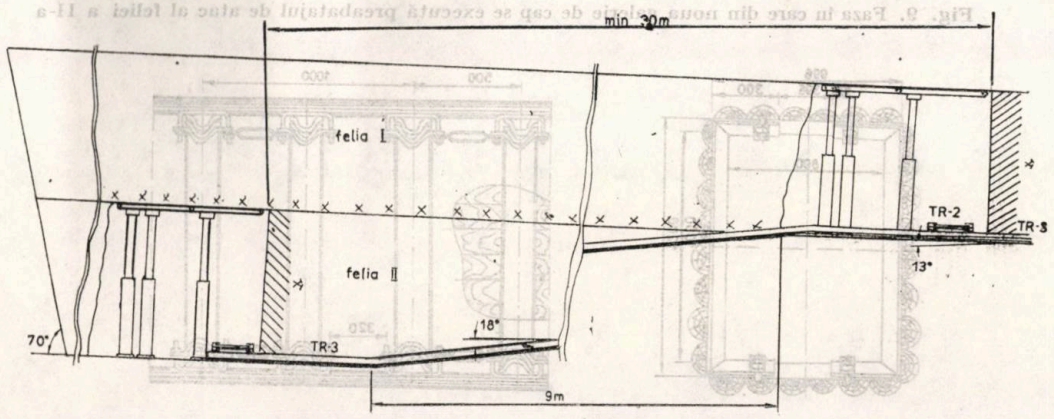


Fig. 7. Intrarea în felia a II-a și decalajul minim între cele două fronturi de abataj

se susţine suplimentar cu stive din lemn ecarisat.

În această fază, se începe săparea sub transportorul TR-3, pentru a fi plasat pe o cotă inferioară, cu 3 m, respectiv în felia a III-a, în culoarul dintre stive. În secţiunea liberă a galeriei se montează coloanele de aeraj şi se execută o susţinere suplimentară sub stive, cu tropoane lungi (fig. 8).

Faza a III-a. În această fază se finalizează asigurarea profilului susţinut în lemn, drept galerie de cap pentru felia a II-a, existînd posibilitatea executării similare a noului preabataj de atac, a scarpei de pornire şi a celei aferente galeriei (fig. 9). Cel de-al doilea abataj cu front scurt va avansa sub tavan de rezistenţă, în tehnologie cunoscută, cu susţinere individuală.

Faza a IV-a. Pe măsura avansării feliei a II-a se procedează la execuţia construcţiei de aeraj de secţiune specială SG-18 (fig. 10), devenind, în final, galerie de cap pentru abatajul mecanizat (fig. 11). Această construcţie de aeraj este executată în felia a III-a, care devine felie de bază, exploatată mecanizat (fig. 12).

Modul de realizare a aerajului celor două fronturi scurte în timpul exploatării este redat în figura 13.

Cu acest procedeu nou s-a putut asigura continuarea programului de exploatare mecanizată a panoului echipat cu complexul mecanizat CMA-5H.

Concluzii

1. Procedeul descris face parte din categoria posibilităţilor de ameliorare directă a condiţii-

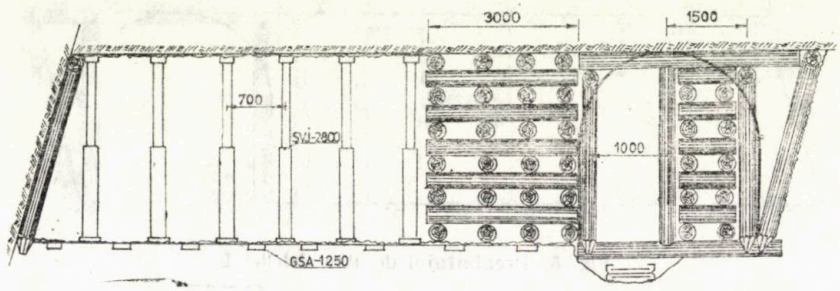


Fig. 8. Modul de susţinere a feliei I o dată cu avansarea pe direcţie

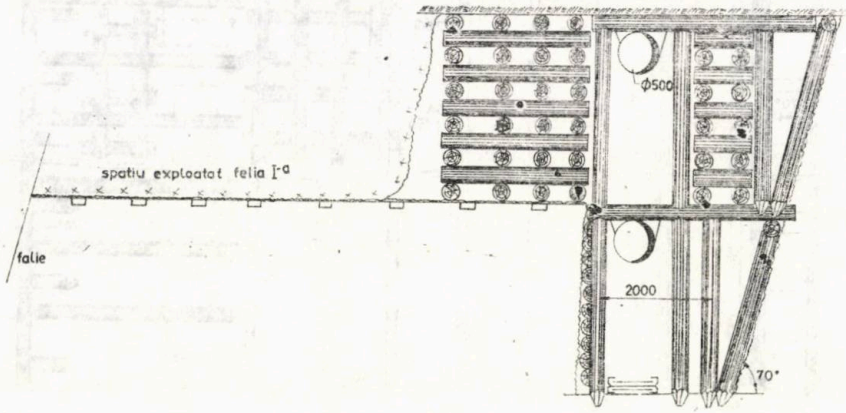


Fig. 9. Faza în care din noua galerie de cap se execută preabatajul de atac al feliei a II-a

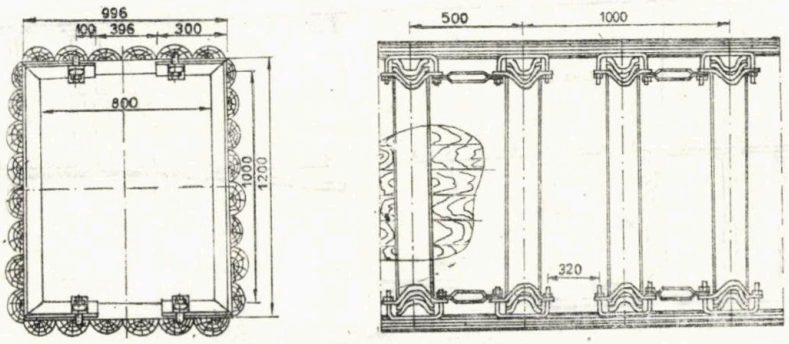


Fig. 10. Construcţia de aeraj cu profile SG-18 cu secţiune redusă utilizată ca galerie de cap definitivă a abatajului

lor de exploatare, respectiv de realizare în mare măsură a unei compatibilităţi între caracteristicile geologo-miniere ale zăcămîntului şi performanţele tehnico-funcţionale ale complexelor mecanizate de abataj.

2. Avantajul esenţial al noii metode constă în faptul că se pot exploata concomitent două felii, scurtîndu-se astfel timpul de staţionare a complexului pînă la terminarea nivelării; totodată, rezultă şi avantajul că se utilizează o singură galerie colectoare, susţinută suplimentar.

3. Scurtarea duratei de staţionare a complexului mecanizat a permis evitarea manifestării exagerate a presiunii miniere, respectiv a convergenţei asupra secţiilor de susţinere mecanizată.

4. Construcţiile de aeraj îngropate tip SG-18 constituie soluţii rapide, flexibile şi eficiente de lucru, asigurînd secţiuni libere suficient de mari pentru vehicularea debitelor de aer şi o rezistenţă corespunzătoare la manifestarea presiunilor miniere.

În timpul experimentării, în nici o situaţie nu s-au constatat deformări ale secţiunii acestui tip de susţinere, sub acţiunea presiunii miniere

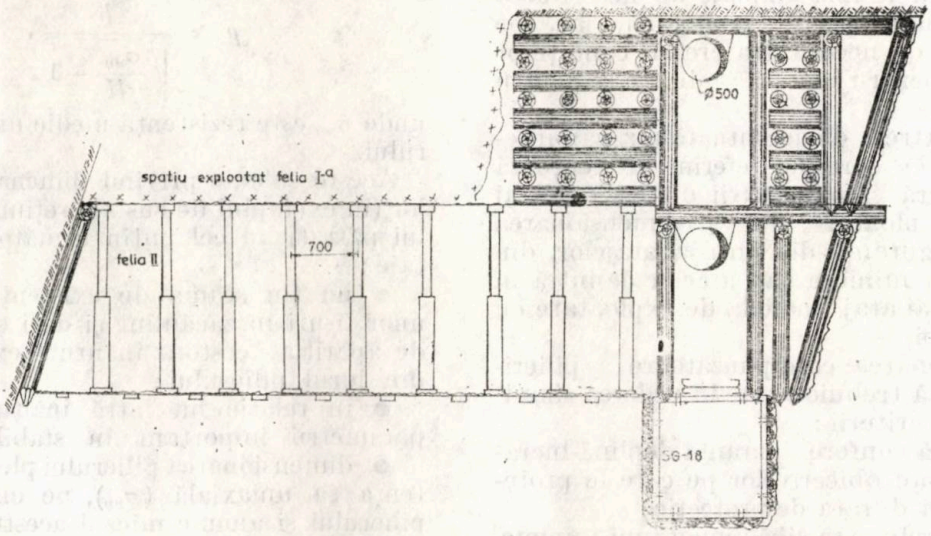


Fig. 11. Etapa definitivă a exploatării prin montarea construcţiei de aeraj SG-18 pentru galeria de cap a abatajului frontal complex mecanizat

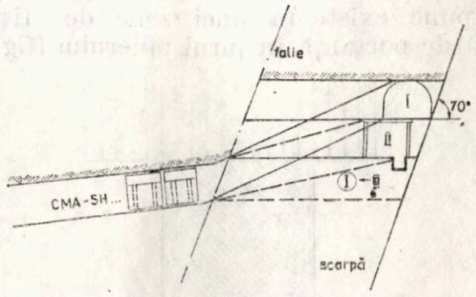


Fig. 12. Nivelarea compartimentului superior al faliei cînd felia de bază exploatează în prelungire felia a III-a

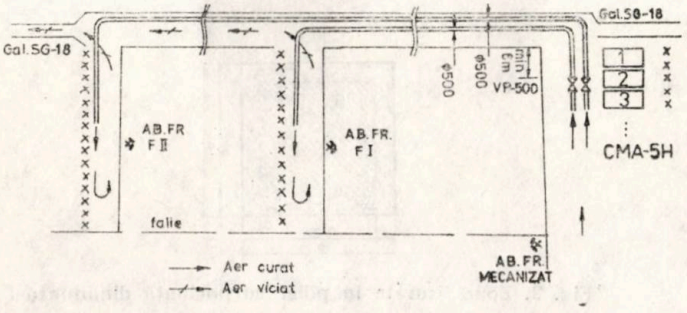


Fig. 13. Modul de realizare a aerajului în cele două abataje cu front scurt

5. Avansînd concomitent cu cele două fronturi scurte, inclusiv cu abatajul mecanizat, s-au obţinut cantităţi mari de cărbune.

6. Nu s-au produs rupturi de front sau surpări în abatajul mecanizat datorate presiunii de reazem, întrucît s-a asigurat avansarea acesteia pe parcursul exploatării celor două fronturi scurte; din acelaşi motiv, secţiile de susţinere mecanizată nu au suferit deformări.

7. Pentru toate celelalte felii care se vor exploata în abataje cu fronturi scurte (10 m) s-a creat tavanul de rezistenţă şi astfel se asigură o securitate sporită, precum şi condiţiile de realizare a unei productivităţi ridicate.

8. Prin folosirea construcţiei speciale SG-18 drept galerie de cap s-au făcut importante economii de materiale, energie şi manoperă.

9. Pe parcursul exploatării zonei denivelate, în abatajul mecanizat se pot executa diverse revizii şi reparaţii la secţiile de susţinere mecanizată, precum şi alte lucrări.

Unele criterii specifice privind dimensionarea pilierilor de siguranţă la exploatarea zăcămintelor extrem de tectonizate din zona cristalină a munţiior Maramureşului

Dr. ing. **St. Cozma**
I.C.P.M.N. Baia Mare

Într-o lucrare recentă [1] au fost examinate condiţiile specifice în care blocurile tectonice adiacente ce constituie zăcămintele extrem de tectonizate din nordul munţilor Maramureşului ajung să se submineze reciproc. Cunoaşterea acestor condiţii a fost impusă de necesitatea programării judicioase a producţiei, iar, pe de altă parte, de necesitatea creării condiţiilor de securitate pentru lucrările miniere şi pentru zăcămînt.

Tectonica extrem de accentuată a zăcămintelor din zona la care ne referim influenţează în egală măsură şi parametrii dimensionali ai metodei de exploatare, deci şi dimensionarea pilierilor de siguranţă din jurul abatajelor, din jurul lucrărilor miniere sau a celor ce intră în tehnologia de abataj (metoda de exploatare cu camere şi stîlpi).

În dimensionarea corespunzătoare a pilierilor de siguranţă trebuie avute în vederea simultan cele două criterii :

— pilierul să confere siguranţă deplină lucrărilor miniere sau obiectivelor pe care le protejează, pe toată durata de protecţie ;

— pilierul trebuie să aibă dimensiuni minime, astfel încît să imobilizeze un volum cît mai redus de rezerve geologice.

În mod clasic, pilierii se dimensionează pe baza sarcinii statice (fig. 1), pornind de la faptul că pilierul preia sarcina geostatică (σ_z)

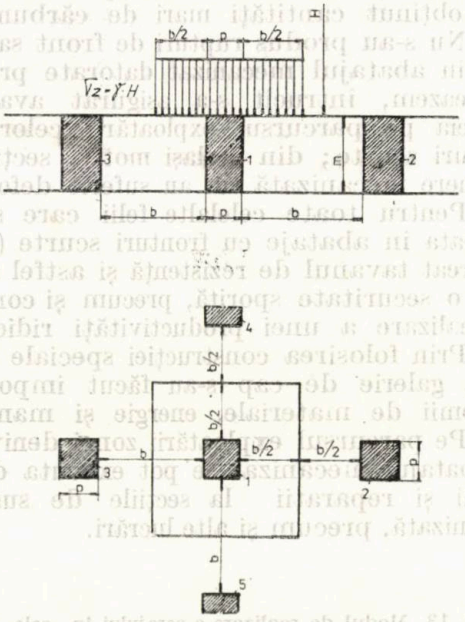


Fig. 1. Schema clasică de calcul a pilierilor pătraţi

ce se manifestă pe suprafaţa $(p + b)^2$. Deci această sarcină trebuie preluată fără a se distruge pilierul, ceea ce înseamnă că :

$$p^2\sigma_{ny} \geq (p + b)^2 \cdot \sigma_z$$

$$p^2\sigma_{ny} \geq (p + b)^2 \cdot \gamma \cdot H$$

$$p \geqslant \frac{b}{\sqrt{\frac{\sigma_{ny}}{\gamma H}} - 1},$$

unde σ_{ny} este rezistenţa medie uniaxială a pilierului.

Aceste calcule privind dimensionarea pilierilor (în exemplul de sus s-a reţinut tipul pilierului pătrat) au cel puţin următoarele dezavantaje :

- nu ţin seama de existenţa prealabilă a unor fisuri în zăcămînt şi deci şi în pilier sau de apariţia acestora în urma excavării rocilor din jurul pilierului ;
- în relaţie nu intră înălţimea pilierului, parametru important în stabilitatea sa ;
- dimensionarea pilierului pleacă de la rezistenţa sa uniaxială (σ_{ny}), pe cînd o parte a pilierului şi anume miezul acestuia se află sub influenţa unor sarcini triaxiale la care rezistenţa sa este evident mai mare.

O parte a acestor deficienţe ale metodologiei clasice au fost înlăturate de R. Richter, care presupune existenţa unei zone de fisuraţie lipsită de portanţă în jurul pilierului (fig. 2) şi

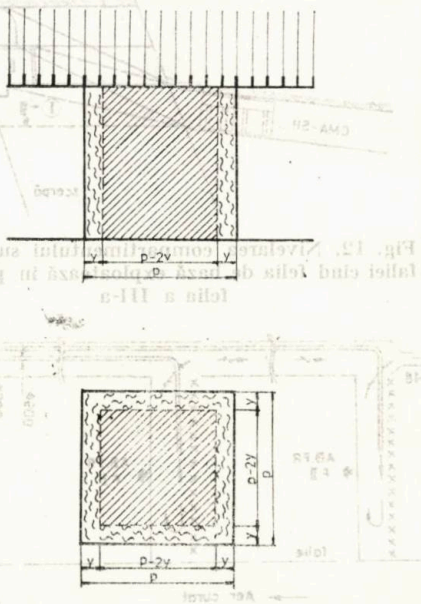


Fig. 2. Zone fisurate în pilier cu portanţă diminuată

a cărei dimensiune este:

$$y = m \cdot \operatorname{tg}\left(45° - \frac{\Phi}{2}\right),$$

unde:

m este înălțimea pilierului;

Φ — unghiul de frecare interioară, în masiv.

În această situație, latura unui pilier pătrat devine:

$$p \geq p_m + 2y$$

$$p \geq \frac{b}{\sqrt{\frac{\sigma_{ny}}{\sigma_z} - 1}} + 2m \cdot \operatorname{tg}\left(45° - \frac{\Phi}{2}\right),$$

relație care ține seama de existența unei zone compacte (p_m) și de fisurație (y).

Alte deficiențe ale metodologiei clasice, inclusiv ale celor neexcluse încă de Richter, au fost corectate de A.H. Wilson, care pornește de la următoarele ipoteze.

a. În zona axială pilierul este supus unei sarcini triaxiale și deci rezistența acestei zone este:

$$\sigma = \sigma_0 + \sigma_3 \cdot \operatorname{tg}\beta,$$

unde:

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{1 + \sin\Phi}{1 - \sin\Phi},$$

iar:

σ_0 — rezistența rocilor din pilier la sarcină monoaxială;

σ_3 — rezistența de compresiune ca urmare a încastrării rocilor din acoperișul direct (din tavanul camerelor ce delimitează pilierul);

β — unghiul de rupere;

Φ — unghiul de frecare interioară.

b. În jurul zonei centrale se desfășoară o zonă (y) de fisurație, dar a cărei portanță nu este nulă; portanța scade într-adevăr de la zona centrală spre periferie, dar chiar și pe contur rămîne pozitivă. Mărimea acestei zone (analitic determinată) este:

$$y = \frac{m}{\sqrt{\operatorname{tg}\beta \cdot (\operatorname{tg}\beta - 1)}} \cdot \ln \frac{\gamma \cdot H \cdot \operatorname{tg}\beta}{\sigma_y}$$

unde:

$$\sigma_y = \frac{\sigma_{ny}}{1\,000} \div \frac{\sigma_{ny}}{2\,000}$$

și reprezintă rezistența monoaxială medie din zona de fisurație (y) care este de 1000 pînă la de 2 000 de ori mai mică decît rezistența monoaxială σ_{ny} din zona centrală (miezul) a pilierului de siguranță, dar așa cum se vede este nenulă, comparativ cu metodologia lui R. Richter.

Pornind de la aceste două ipoteze, după Wilson, portanta unui pilier pătrat este:

$$R = \sigma_r\left(p^2 - 2py - \frac{4}{3}y^2\right),$$

sau:

$$R = \gamma \cdot H \cdot \operatorname{tg}\beta[(p - y)^2 - 0{,}33\ y^2],$$

pentru pilierul alungit:

$$R = \gamma \cdot H \cdot \operatorname{tg}\beta(p \cdot L - py + 1{,}33y^2),$$

iar pentru pilierul marginal:

$$R = \gamma \cdot H \cdot \operatorname{tg}\beta(p - y).$$

Sarcina care trebuie suportată de pilierul pătrat este:

$P = \gamma H(p + b)^2$ și pentru a păstra securitatea pilierului este necesar ca:

$$R \geq P.$$

Specialiștii maghiari A. Szamboli și L. Torda în *Publication de l'Institut central de developpment de Hongrie* nr. 25/1982 completează ipotezele lui Wilson în sensul că mărimea $\gamma \cdot H \cdot \operatorname{tg}\beta$ este corectată prin mărimea $\gamma H + (\sigma_0 + \sigma_b) \cdot \operatorname{tg}\beta$

unde:

$\sigma_0 + \sigma_b$ — tensiunea orizontală de la baza pilierului ce-i suplimentează rezistența. În această situație, dimensionarea pilierilor presupune explicitarea în raport cu p a următoarelor ecuații:

— pentru pilierul pătrat:

$$(p + b)^2 \gamma \cdot H = [\sigma_{ny} + (\sigma_0 + \sigma_b) \operatorname{tg}\beta] \cdot [(p - y)^2 + 0{,}33y^2];$$

— pentru pilierul dreptunghiular:

$$(p + b)(p + L)\gamma \cdot H = [\sigma_{ny} + (\sigma_0 + \sigma_b) \operatorname{tg}\beta](pL - py + 1{,}33y^2);$$

— pentru pilierul limită marginal:

$$(p + b)\gamma \cdot H = [\sigma_{ny} + (\sigma_0 + \sigma_b) \operatorname{tg}\beta](p - y).$$

Se menționează, de asemenea, că autorii introduc în calculul mărimii $\sigma_0 = \lambda \cdot \sigma_z$ un coeficient $\lambda = \frac{1}{3} \div \frac{1}{4}$ care ține seama de faptul că tensiunea orizontală nu se transformă ca o tensiune hidrostatică din tensiunea geostatică σ_z.

Cunoștințele teoretice și practice prezentate în cele de mai sus sînt valabile în dimensionarea pilierilor de siguranță în jurul lucrărilor miniere în situația în care rocile ce compun acoperișul

direct sînt continue și, de asemenea, cînd pilierii sînt masivi, fisurarea fiind provocată numai prin acțiunea de excavare a camerelor.

În dimensionarea pilierilor din zăcămintele extrem de tectonizate din zona nordică a munților Maramureșului intervin mai multe situații pe care le vom trata în cele ce urmează.

1. Dimensionarea pilierului în conaițiile în care acoperișul direct este faliat. Așa cum s-a mai precizat, la zăcămintele de minereuri neferoase, din nordul Carpaților Orientali, fenomenele tectonice disjunctive cunosc o amploare și o frecvență deosebită. La zăcămîntul Burloaia (Baia Borșa) frecvența faliilor este atît de ridicată, încît pe orice direcție în zăcămînt la o distanță de circa 20 m se întîlnește cel puțin o falie. Faptul că între doi pilieri alăturați se interpune o falie (fig. 3) care distruge continuitatea

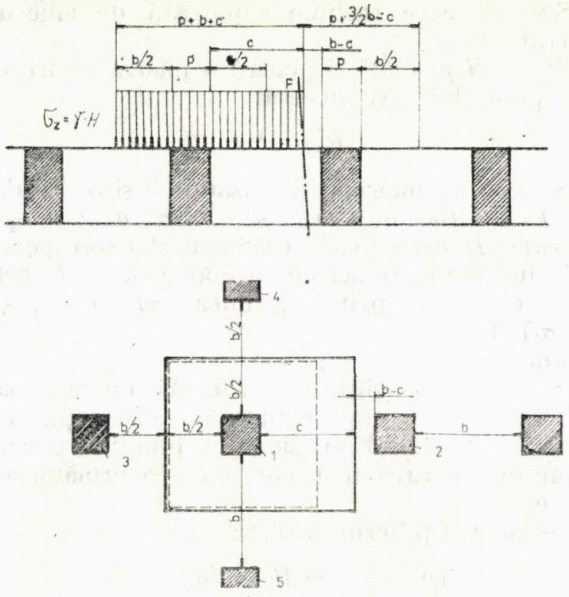


Fig. 3. Repartizarea sarcinilor de pilier dată de falia F

acoperișului direct face ca presiunea asupra pilierului să nu fie repartizată ca în modelul normal la echidistante $b/2$. Poziția unei falii între cei doi pilieri poate ocupa una din următoarele subvariante :

● mai departe de pilier decît semilățimea camerei de exploatare $\left(c > \frac{b}{2}\right)$, cînd asupra pilierului se va manifesta o solicitare dată de presiunea geostatică aferentă unei suprafețe mai mari, dimensionarea pilierului se va realiza prin rezolvarea ecuației :

$$(p + b)\left(p + \frac{1}{2}b + c\right)\gamma \cdot H =$$

$$+ [\sigma_{ny} + (\sigma_0 + \sigma_b)\,\mathrm{tg}\beta]\left[(p - y)^2 + \frac{1}{3}y^2\right];$$

● la o distanță de pilier mai mică decît semilățimea camerei de exploatare $\left(c < \frac{b}{2}\right)$, cînd asupra pilierului se va manifesta o solicitare dată de presiunea geostatică aferentă unei suprafețe mai mici, iar latura pilierului va rezulta din rezolvarea ecuației :

$$(p + b)\left(p + \frac{3}{2}b - c\right)\gamma \cdot H =$$

$$= [\sigma_{ny} + (\sigma_0 + \sigma_b)\mathrm{tg}\beta]\left[(p - y)^2 + \frac{1}{3}y^2\right].$$

Dar, faptul că rocile din acoperișul direct sînt faliate, deci nu se comportă ca o grindă continuă dublu încastrată în pilieri sau ca o grindă rezemată de pilieri, ci ca o semigrindă încastrată în pilier și în consolă la capătul dinspre falie, face ca elementele ipotetice avute în vedere să schimbe foarte mult rolul și funcțiile pilierilor. În aceste situații, cu toate că pilierii preiau presiunile din abataj, pentru a evita desprinderile de roci de-a lungul liniilor de falie sînt necesare elemente de susținere suplimentare dimensionate corespunzător.

2. Dimensionarea pilierului în condițiile în care acesta este faliat. În practica industrială se evită, pe cît posibil, o astfel de situație. Dacă totuși astfel de situații pot apărea trebuie avute în vedere următoarele considerente :

● un pilier faliat presupune existența unor zone de tip „I" (de fisurație) și în interiorul său, de-a lungul faliei (fig. 4) și deci poate fi considerat ca fiind format din doi pilieri alăturați ;

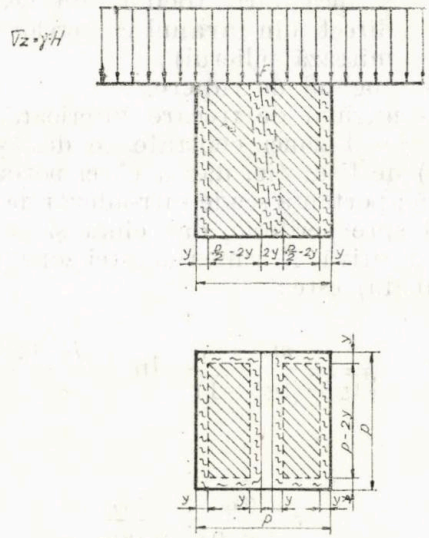


Fig. 4. Suprafețe minime active în pilierul afectat de o falie : b — pilier de rezistență nulă

● un pilier faliat are o suprafață activă care rezultă din suma suprafețelor minim-

active ale porțiunilor dislocate de falie (fig. 5), iar la o anumită înclinare a faliei și o anumită poziție a acesteia (fig. 5*b*) rezistența unui astfel de pilier poate deveni nulă. Prin s u p r a f a ț a

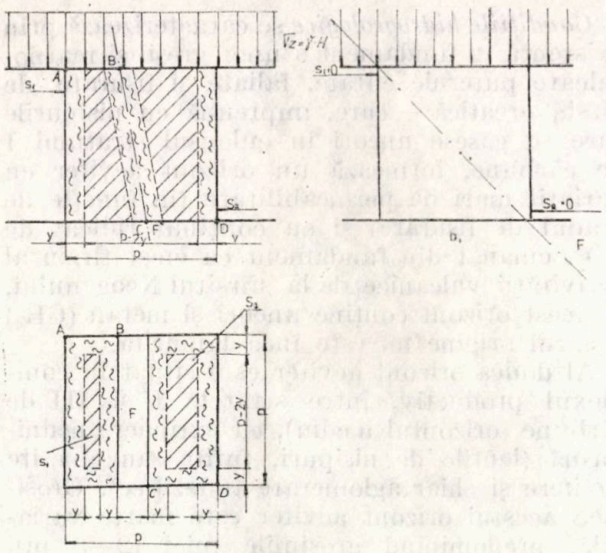


Fig. 5 Structură disjunctivă complexă

a c t i v ă m i n i m ă se înțelege cea mai mică secțiunea orizontală dintr-o porțiune a pilierului supusă la compresiune de componenta geostatică a presiunii. Se vede că o falie diagonală în pilier cu înclinarea $\operatorname{tg}\alpha = \frac{m}{p}$ are cele două suprafețe active minime nule ($s_1 = s_2 = 0$) deci și $s = s_1 + s_2 = 0$ și atunci este evident că portanța pilierului este nulă.

Portanța unui pilier faliat, ținînd seama de ipotezele prezentate mai sus, este :

$$R = [\sigma_{ny} + (\sigma_0 + \sigma_b)\operatorname{tg}\beta](s_1 + s_2)$$

în care :

s_1 și s_2 — suprafețele active minime (excluzînd suprafețele fisurate de pe contur), așa de exemplu :

$$s_1 = p \cdot d_1 - 2py - 2(d_1 - 2y) \cdot y$$
$$s_2 = p \cdot d_2 - 2y[p - (d_2 - 2y)].$$

Desigur, la dimensionarea pilierului vom avea în vedere ca portanța să depășească sarcina la care este solicitat :

$$P = \gamma \cdot H(p + b)^2.$$

3. *Dimensionarea pilierului în situația în care este faliat atît acoperișul direct, cît și pilierul însuși.* Această situație poate apărea în mod cu totul excepțional, la o densitate mare de falii.

Dimensionarea pilierului într-o astfel de stare (fig. 6) se face prin combinarea ipotezelor și a calculelor de la cele două paragrafe de mai sus. Solicitarea pilierului este dată de relația :

$$P = \gamma \cdot H(p + b)\left(p + \frac{1}{2}b + c\right),$$

iar rezistența pilierului de :

$$R = [\sigma_{ny} + (\sigma_0 + \sigma_b)\operatorname{tg}\beta](s_1 + s_2).$$

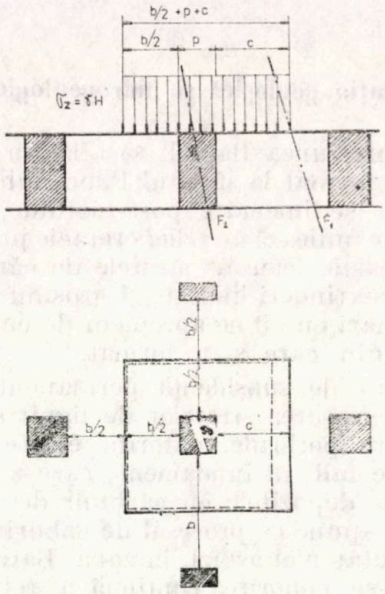


Fig. 6. Dimensionarea pilierului în situația în care este faliat atît acoperișul direct, cît și pilierul însuși

Dimensionarea pilierului rezultă din condiția limită :

$$R \geqslant P.$$

Concluzii

● Cercetările recente permit dimensionarea mai exactă a pilierilor de siguranță, ținînd seama de existența unei zone periferice fisurate (y), a cărei portanță este mai scăzută.

● În situația zăcămintelor tectonizate este posibilă dimensionarea suficient de exactă a pilierilor dacă se poziționează în mod corespunzător faliile. Poziția faliilor este importantă atît pentru a a r o n d a fiecărui pilier solicitarea specifică la care este supus, cît și pentru a putea calcula s u p r a f e ț e l e a c t i v e m i n i m e din pilierul afectat de falie.

● Calculul pilierilor de siguranță nu epuizează aspectele manifestării regimului de presiune la exploatarea zăcămintelor tectonizate, dar furnizează baza teoretică de plecare care urmează a fi apoi confruntată cu îndelungate experimentări.

Bibliografie

[1] C o z m a , S t. *Considerațiuni asupra subminării blocurilor tectonice apropiate la exploatarea zăcămintelor din cristalinul munților Maramureșului.* Mine, Petrol și Gaze, nr. 7, 1985.

[2] C o z m a , S t. *Dirijarea presiunii miniere la exploatarea zăcămintelor extrem de tectonizate din munții Maramureșului.* Studiu I.C.P.M.N. Baia Mare, 1985

[3] * * * Gornîi jurnal, nr. 1/1984.

[4] * * * Mine. Informare. documentară, vol. I/1985.

[5] * * * Studii I.C.P.M.N. Baia Mare privind mecanica rocilor și dimensionarea pilierilor de siguranță, 1983—1985. Biblioteca I.C.P.M.N.

Considerații privind asecarea unui zăcămînt inundat cu ape carbogazoase

Dr. geol. **C. Enache**
I.C.I.T.P.M.L. Craiova

I. Situația geologică și hidrogeologică

În depresiunea Baraolt se află un zăcămînt de lignit format la sfîrșitul Pliocenului, într-un bazin de sedimentare post-tectonic, în care depozitele mulează un relief cretacic preexistent. Din această cauză, stratele de cărbuni formate au extinderi limitate și grosimi din ce în ce mai mari cu cît ne apropiem de centrul turbăriilor din care s-au format.

Procesul de subsidență permanentă care a dus la îngroșarea stratelor de lignit s-a reluat în diferite perioade, datorită existenței unui sistem de falii în fundament, care s-au transmis și în depozitele cu cărbuni de deasupra. Se poate spune că procesul de coborîre a zonei nu a încetat nici astăzi, în zona Baraolt, constatîndu-se coborîrea continuă a reliefului (1 mm/an), așa cum rezultă din harta mișcărilor tectonice actuale. Fracturarea în blocuri mici a zăcămîntului prin falii longitudinale și transversale este rezultatul ridicării în Neogen a coșurilor vulcanice din masivul Baraolt, ale căror breccii andezitice și cinerite se intercalează în depozitele de cărbuni. Sedimentele post-tectonice cuprind trei strate principale de lignit, cu răspîndire neuniformă, întîlnite în mai multe bazinete de depunere : Vîrghiș, Baraolt, Căpeni, Bodoș, Aita Seacă etc.

Stratul I, situat în baza formațiunii productive, este exploatabil, avînd grosimi de la 2—8 m în perimetrele Baraolt-sud și Vîrghiș-est, pînă la 14 m în perimetrul Baraolt-est. El se află la 3—20 m deasupra Cretacicului fisurat din fundament, avînd culcușul și acoperișul formate din marne, uneori din nisipuri și rar din aglomerate vulcanice.

Stratul III, situat la partea superioară a formațiunii productive, este cel mai important din bazin și se află la 15—60 m deasupra stratului I, fiind separat de acesta prin marne compacte, uneori cu intercalații de nisip sau cenușă și aglomerate vulcanice. Este foarte neomogen atît ca structură, cît și ca grosime, care poate atinge uneori 22 m (carierele Vîrghiș și Racoș). Uneori, în acoperiș, se constată eroziunea locală a cărbunelui și formarea de văi fosile umplute cu nisip amestecat cu blocuri mai mari sau mai mici de cărbune în patul albiei astfel formate, mîluri și alte fragmente de roci transportate de la diferite distanțe.

În zonele în care se exploatează în subteran, grosimea acestui strat de cărbune atinge de la 8 m (Baraolt-sud) pînă la 13 m (Baraolt-est).

Condițiile hidrogeologice se caracterizează prin existența în fundament a unor gresii și marno-calcare puternic cutate, faliate și fisurate, de vîrstă cretacică — care, împreună cu nisipurile care se găsesc uneori în culcușul stratului I de cărbune, formează un orizont acvifer cu variații mari de permeabilitate (în funcție de gradul de fisurare) și cu conținut ridicat de CO_2, emanat din fundament ca efect tîrziu al activității vulcanice de la sfîrșitul Neogenului.

Acest orizont conține uneori și metan (CH_4) a cărui origine nu este încă lămurită.

Al doilea orizont acvifer este situat în complexul productiv, între stratele I și III de cărbune (orizontul mediu), cu extindere neuniformă (lentile de nisipuri, tufite sau cinerite acvifere și chiar aglomerate andezitice). Grosimea acestui orizont acvifer este foarte variabilă, predominînd grosimile mici (2—3 m), apoi medii (5—15 m) și mai rar sînt întîlnite cele mari (15—30 m). Acest orizont conține de asemenea CO_2.

Orizontul acvifer superior este cel mai gros și cu răspîndirea cea mai mare, aproape în întreg bazinul. Nisipurile fine, pînă la grosiere, constituie roca-magazin. Ele stau uneori direct pe stratul de cărbune (III) și sînt în legătură directă cu rețeaua hidrografică din regiune. Acest orizont are cel mai mare conținut de CO_2.

II. Variația conținutului în CO_2 în funcție de temperatura și presiunea apei subterane

Conținutul în CO_2 al apei subterane, la presiunea normală, variază cu temperatura [1] (tab. 1).

Tabelul 1

T,°C	5	10	15	20	25	30	35
CO_2, mm³/l	1,713	1,424	1,194	1,019	0,878	0,759	0,665

În acord cu I. Margot [2], temperatura apelor subterane din zăcămîntul de lignit Baraolt poate fi considerată astfel :

— media anuală, 17,4°C ;
— minimă, 13°C ;
— maximă, 20°C.

Alte caracteristici ale apei subterane, de care trebuie să se țină seama în procesul de asecare, sînt variația densității și a greutății specifice (tab. 2).

Tabelul 2

T, °C	Densitatea, kg/cm³	Greutatea volumetrică, kg/cm³
4	1,00000	1,00000
10	0,99972	1,00027
20	0,99823	1,00177
30	0,99567	1,00434
40	0,99224	1,00782

Greutatea volumetrică variază, de asemenea, cu presiunea apei. După G. Castany [3], pentru temperatura de 20°C, variația este redată în tabelul 3.

Tabelul 3

Presiunea, bar	Greutatea volumetrică la 20°C, kg/cm³
760	1,0017
1 000	0,9631
2 000	0,9328
3 000	0,9088
4 000	0,8801
5 000	0,8703
6 000	0,8513
7 000	0,8405
8 000	0,8276
9 000	0,8161

Din tabelele de mai sus rezultă că temperatura apei subterane în zăcământul Baraolt poate fi considerată 17—20°C și că, pentru calcule practice de asecare, greutatea volumetrică a apei subterane nu variază în funcție de temperatură, ci numai — în limite foarte reduse — în funcție de presiune.

Un indice care influențează comportarea apei subterane carbogazoase este concentrația de CO_2 în apă, funcție de pH și de forma sub care acesta se găsește în apă.

Tabelul 4

pH(la 20°C)	4	5	6	7	8	9	10	11
CO_2 liber, %	99,5	95,4	67,7	17,3	2,0	0,2	—	—
CO_2 în bicarbonați, %	0,5	4,6	32,3	82,7	97,4	94,1	62,5	14,3
CO_2 din carbonați, %	—	—	—	—	0,6	9,7	37,5	85,7

Din tabelul 4 se vede dependența CO_2 liber în apă funcție de pH.

Solubilitatea CO_2 în apă, la diferite temperaturi [4], este dată în tabelul 5.

Tabelul 5

Presiunea, at	25	30	35	40	45	50	60
$CO_2\left(\frac{cm^3 gaz}{1\ g\ sol}\right)$ la 20 °C	16,3	18,2	20,1	22,0	23,9	25,7	—
$CO_2\left(\frac{cm^3 gaz}{1g\ sol}\right)$ la 35 °C	—	10,6	12,4	14,2	16,1	18,0	22,7

Din interpolarea acestor date s-a obținut volumul specific de gaz (CO_2 liber) dizolvat la diferite temperaturi și presiuni (tab. 6).

Tabelul 6

Presiunea, at. \ T, °C	1	5	15	18	20	25	30	35	40
30	27,8	25,8	20,7	19,2	18,2	15,7	13,1	10,6	8,5
35	29,8	27,8	22,7	21,1	20,1	17,5	14,9	12,4	9,8
40	31,9	29,8	24,6	23,0	22,0	19,4	16,8	14,2	11,6
45	33,8	31,7	26,5	24,9	23,9	29,3	18,7	16,1	13,5
50	35,4	33,4	28,2	26,7	25,7	23,1	20,5	18,0	15,4

Cu aceste date s-au calculat coeficienții dreptelor de corelare liniară (tab. 7) de forma :

$$x = a + by.$$

Din tabelul 7 se observă că între temperatura T și coeficientul b al corelației liniare temperatură-volum specific de CO_2 dizolvat în apă există de asemenea o corelație liniară inversă, în timp ce coeficientul a al corelației respective rămîne constant față de variația temperaturii.

Pentru corelația liniară inversă între t și b rezultă, din datele de mai sus, coeficienții :

$$a' = +2{,}04216,$$

$$b' = 34{,}27729,$$

Tabelul 7

T, °C	1	5	15	18	20	25	30	35	40
a	0,384	0,382	0,376	0,376	0,376	0,372	0,372	0,370	0,350
b	16,38	14,42	9,50	7,94	6,94	4,52	1,92	0,54	2,24

și corelația :

$$T = 34{,}27729 - 2{,}04216\ b,$$

de unde :

$$b = \frac{34{,}27729 - T}{2{,}04216}.$$

Dînd lui a valoarea medie de 0,3725 (const), rezultă ecuația pentru calculul volumului specific de CO_2 dizolvat în apă :

$$v = 0{,}3725\ p + \frac{34{,}27729 - T}{2{,}04216},\ \text{cm}^3\text{gaz/1 g sol},$$

în care :

p este presiunea apei, at ;
T — temperatura, grade C.

Formula de mai sus, determinată de noi, permite calculul volumului de CO_2 liber, degajat din soluție, în funcție de reducerea presiunii apei subterane la diferite temperaturi.

III. Fenomene întîlnite în asecarea subterană a orizonturilor acvifere cu conținut de CO_2 liber

La asecarea cu filtre penetrante a acviferelor din acoperiș, s-a constatat întreruperea intermitentă a curgerii apei prin filtru, însoțită inițial de pulverizarea apei sub formă de ceață. Acest fenomen a fost explicat de ing. N. Micu prin formarea unor cupole de bioxid de carbon în spațiul rămas liber în nisipul acvifer, prin scăderea nivelului apei subterane către filtru (pîlnia de drenare). În momentul formării acestui spațiu asecat, bioxidul de carbon liber se degajă datorită scăderii presiunii apei subterane și se acumulează în porii zonei asecate. Pe măsură ce bioxidul de carbon se acumulează în cupolă, acesta presează, la rîndul său, asupra apei și iese prin filtru, pînă cînd presiunea sa scade sub cea a apei.

Apa drenată face să scadă din nou presiunea acesteia și să reapară fenomenul de degajare a bioxidului de carbon ; procesul se repetă ciclic, dar cu intensități din ce în ce mai reduse.

Formula stabilită permite calculul volumului de CO_2 liber ce se degajează la fiecare treaptă de coborîre a presiunii apei subterane drenate prin filtru, precum și determinarea suprapresiunii ce se creează în cupola de gaze, prin comparare cu volumul de pori ai rocii asecate.

Pentru evitarea fenomenelor descrise am inițiat un procedeu de asecare care ține seama de presiunea gazelor din cupolă și permite dimensionarea dispozitivelor speciale de drenare cu formula menționată.

Bibliografie

[1] Niac, G. ș.a. *Formule, tabele, probleme de chimie-fizică.* Ed. Dacia, Cluj-Napoca, 1984.
[2] Margot, I. *Memoire explicatif de la carte hydrogeologique 1/150000 de la plaine du Tafilait.* Rabat, 1952.
[3] Castany, G. *Prospecțiunea și explorarea apelor subterane.* Ed. tehnică, București, 1972
[4] * * * *Spravocinik himii.* Vol. III, Moskva, 1962.

Reglarea debitelor de aer în rețelele de aeraj cu ajutorul ventilatoarelor*

Dr. ing. **I. Matei**, dr. ing. **Florica Băltărețu**
C.C.S.M. Petroșani

I. Considerații generale

Problema majoră a distribuirii dirijate a debitelor de aer în rețelele de lucrări miniere, respectiv în fronturile de lucru, corespunde reglării aerajului conform normelor de securitate, știut fiind că distribuția naturală a debitelor de aer nu poate satisface cerințele producției.

Din acest motiv, rezistențele aerodinamice specifice lucrărilor miniere, respectiv ale ramificațiilor din alcătuirea unei rețele de aeraj, reprezintă parametrul definitoriu atît din punctul de vedere al capacității de transport al aerului, cît și al pierderii cu care fiecare lucrare minieră participă în consumul energetic realizat pentru ventilarea minei.

Modul în care sînt structurate legăturile între lucrările miniere (serie, paralel, diagonal) determină caracterul diferit al distribuției naturale a debitelor de aer în raport cu sursele de presiune (ventilatoare).

De asemenea, modificarea distribuției existente la un moment dat se realizează diferit, funcție de factorii în strînsă interacțiune menționați anterior și anume : tipul rețelei, mărimea rezistenței aerodinamice, poziția instalațiilor principale de ventilație în raport cu rețeaua de aeraj, precum și mărimea parametrilor funcționali aferenți acestor instalații.

Ținînd seama de obligativitatea vehiculării în toate fronturile de lucru (abataje și lucrări de pregătire) a debitelor de aer cu mărimi strict determinate, și anume de realizare a distribuției impuse, este necesară modificarea rezistențelor aerodinamice în interiorul rețelei de aeraj, cu sau fără schimbarea parametrilor funcționali specifici instalațiilor principale de ventilație.

*) Lucrarea a fost susținută în cadrul Simpozionului de comunicări C.C.S.M. Petroșani, 30—31 mai 1985.

Această modificare corespunde reglării debitelor de aer, periodic, în raport cu evoluția procesului de extragere a substanței minerale utile.

Reglarea debitelor de aer depinde direct atît de dinamica dezvoltării fronturilor de lucru, cît și de dinamica degajărilor de gaze din zăcămînt.

În mod special, în cazul minelor cu rețele de aeraj complexe, de extindere mare și dotate cu mai multe instalații principale de ventilație, problematica reglării corecte și operative a debitelor de aer se identifică cu obținerea unei eficiențe superioare a aerajului, capabilă să asigure starea de securitate cerută prin norme.

În consecință, numai pe o perioadă de timp scurtă (un an) din durata de viață a unei mine pot interveni următoarele situații care reclamă reglări repetate ale debitelor de aer :

— majorarea debitului de aer total al minei, simultan cu modificarea rezistenței aerodinamice echivalente a rețelei, în condițiile creșterii capacității de producție și intrării în funcțiune a noi fronturi de lucru (abataje, lucrări de pregătire) ;

— menținerea debitului de aer total constant, în situația modificării rezistenței aerodinamice echivalente, fie ca urmare a creșterii rezistențelor aerodinamice specifice anumitor lucrări miniere, fie datorită schimbării structurii rețelei prin executarea de noi lucrări miniere (străpungeri între orizonturi etc.).

În afara acestor situații, care afectează fie întreaga mină, fie o zonă suficient de extinsă, există multiple împrejurări, deci cu periodicitate mult mai mare, în care debitul de aer constant al minei trebuie redistribuit și anume :

- la schimbarea cerințelor de aeraj în anumite strate sau abataje, datorită modificării producției sau emisiei de gaze ;
- la modificarea schemei de aeraj a unui strat (bloc), prin intrarea în exploatare a unui abataj, respectiv ieșirea din funcție a altuia, sau prin racordare de noi lucrări miniere.

Unele din problemele specifice situațiilor enumerate mai sus, în special din prima categorie, pot și trebuie să fie rezolvate din timp prin includerea în proiectul anual de aeraj.

Majoritatea problemelor apar însă în situațiile din cea de-a doua categorie și acestea se cer soluționate imediat, în timp ce aerajul funcționează și — mai ales — în timp ce activitatea minei continuă.

Soluțiile stabilite și puse în practică, uneori zilnic și simultan în mai multe puncte, constituie de fapt conducerea curentă a aerajului unei mine.

Din acest motiv, conducerea curentă a aerajului reprezintă activitatea de bază și de mare dificultate, cu responsabilitate deosebită pentru evitarea apariției condițiilor limită — de risc — sau a stărilor de avarie (oprirea producției).

La minele în funcțiune oricare din soluțiile care se elaborează și se adoptă atît pentru perioadele de perspectivă mai îndelungată, cît și pentru cele imediate care reclamă urgență trebuie să se bazeze pe informațiile științifice rezultate din măsurători care includ obligatoriu parametrii aerodinamici reali aferenți sistemului de aeraj (rezistențe aerodinamice, distribuție debite de aer, regim de funcționare ventilatoare.)

II. Reglarea debitelor de aer în rețelele de aeraj cu ajutorul ventilatoarelor

În raport cu problematica menționată, pentru obținerea debitului total de aer al minei, precum și a debitelor de aer necesare în rețeaua de lucrări miniere subterane, inclusiv în fronturile de lucru, se poate acționa fie asupra instalațiilor principale de ventilație, fie asupra rezistențelor aerodinamice specifice lucrărilor miniere

1. *Reglarea debitului total de aer vehiculat în subteran*

În cadrul instalațiilor principale de ventilație, modificarea debitului de aer al ventilatorului se poate efectua prin schimbarea turației sau a unghiului de înclinare a paletelor rotorului sau prin modificarea rezistenței aerodinamice a rețelei (fig. 1).

Pentru majorarea debitului de aer al ventilatorului de la valoarea Q la valoarea Q_3 este mai rațional să se micșoreze rezistența aerodinamică a rețelei (din punctul A în punctul C_1) decît să se mărească turația sau unghiul de

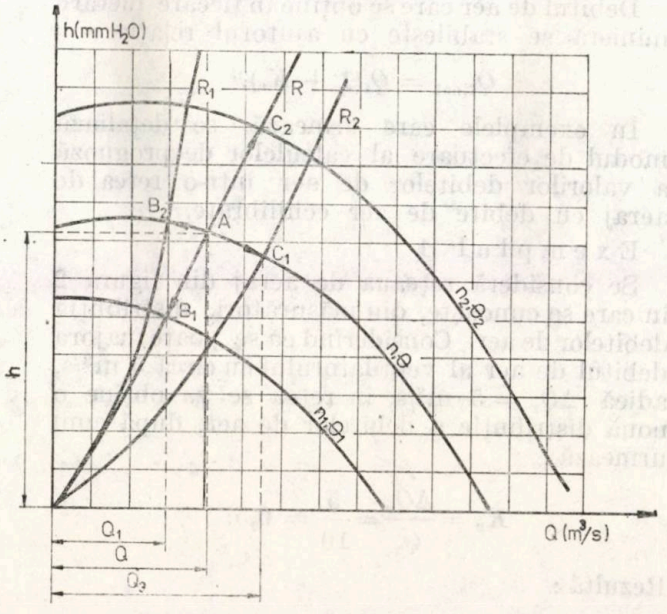


Fig. 1. Metode de variație a debitului total de aer Q vehiculat în subteran (punctul A)

înclinare al paletelor rotorului din punctul A în punctul C_2.

Pentru reducerea debitului de aer de la valoarea Q la valoarea Q_1 este mai indicat să se reducă turația sau unghiul de înclinare al paletelor rotorului (din punctul A în punctul B_1) decît să se mărească rezistența aerodinamică a minei (din punctul A în punctul B_2).

Indiferent însă de metoda care se aplică pentru majorarea sau reducerea debitului de aer aferent unui ventilator, se poate cunoaște efectul acestei acțiuni, și anume se pot calcula modificările de debite de aer care se vor produce în toate lucrările miniere care se află sub depresiunea ventilatorului respectiv.

Acest calcul se bazează pe proprietatea derivată din legile curgerii aerului în rețelele de aeraj și anume că modificarea relativă a debitului ventilatorului $\left(K_v = \frac{\Delta Q_v}{Q_v}\right)$ este egală cu modificările relative ale debitelor de aer din fiecare lucrare minieră:

$$\left(K_i = \frac{\Delta Q_i}{Q_i}\right), \text{ adică } K_v = K_i \text{ sau } \frac{\Delta Q_v}{Q_v} = \frac{\Delta Q_i}{Q_i}$$

în care:

ΔQ_v este creșterea sau reducerea de debit de aer la ventilator;

ΔQ_i — creștere sau reducerea de debit de aer care se va produce în lucrarea minieră i;

Q_v — debitul de aer inițial al ventilatorului;

Q_i — debitul de aer măsurat în lucrarea minieră i, înainte de modificare.

Debitul de aer care se obține în fiecare lucrare minieră se stabilește cu ajutorul relației:

$$Q_{\text{final}} = Q_i(1 + K_v).$$

În exemplele care urmează, se detaliază modul de efectuare al calculelor de prognoză a valorilor debitelor de aer într-o rețea de aeraj cu debite de aer echilibrate.

Exemplul 1

Se consideră rețeaua de aeraj din figura 2 în care se cunoaște, din măsurători, distribuția debitelor de aer. Considerînd că se poate majora debitul de aer al ventilatorului cu circa 5 m³/s, adică $\Delta Q_v = 5$ m³/s, în rețea se va obține o nouă distribuție a debitelor de aer, după cum urmează:

$$K_v = \frac{\Delta Q_v}{Q_v} = \frac{5}{10} = 0{,}5.$$

Rezultă:

$$Q_1' = 6(1 + 0{,}5) = 8 \text{ m}^3/\text{s},$$

$$Q_2' = 4(1 + 0{,}5) = 6 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Exemplul 2

Se consideră rețeaua din figura 3, la care sînt amplasate două instalații principale de ventilație și la care există două căi de intrare a aerului în mină.

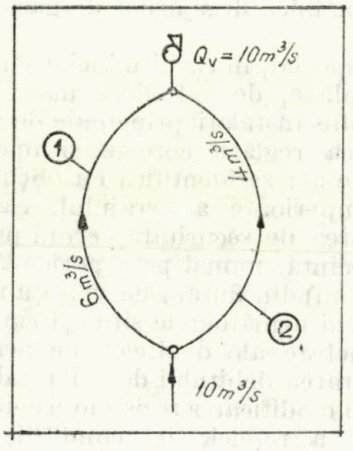


Fig. 2. Rețea de aeraj simplă

Debitele de aer cunoscute din măsurători sînt redate în figura 3. Presupunînd o creștere de debit de aer de 50 % la ventilatorul din nodul 6, debitele de aer în ramificațiile rețelei vor avea următoarele valori:

$$K_v = \frac{\Delta Q_v}{Q_v} = \frac{7}{14} = 0{,}5.$$

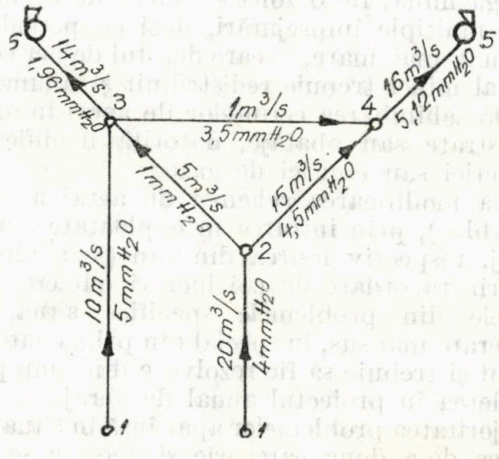


Fig. 3. Rețea de aeraj complexă

Ramificația 1—2, $Q = 20(1+0{,}5) = 30$ m³/s;
„ 1—3, $Q = 10(1+0{,}5) = 15$ m³/s;
„ 2—3, $Q = 5(1+0{,}5) = 7{,}5$ m³/s;
„ 2—4, $Q = 15(1+0{,}5) = 22{,}5$ m³/s;
„ 3—4, $Q = 1(1+0{,}5) = 1{,}5$ m³/s;
„ 3—5, $Q = 16(1+0{,}5) = 24$ m³/s;
„ 3—6, $Q = 14(1+0{,}5) = 21$ m³/s.

Din ultimul exemplu rezultă că, în condițiile menținerii neschimbate a valorilor reistențelor aerodinamice, pentru realizarea majorării debi-

tului de aer la ventilatorul din nodul 6, este necesară o creştere a debitului de aer şi la ventilatorul din nodul 5, respectiv o creştere a depresiunilor la ambele ventilatoare.

2. *Reglarea debitelor de aer în subteran*

Pentru realizarea debitelor de aer în reţeaua de lucrări subterane, inclusiv în fronturile de lucru, în practică se recurge frecvent la două tipuri de metode de reglare şi anume pozitivă şi negativă (fig. 4).

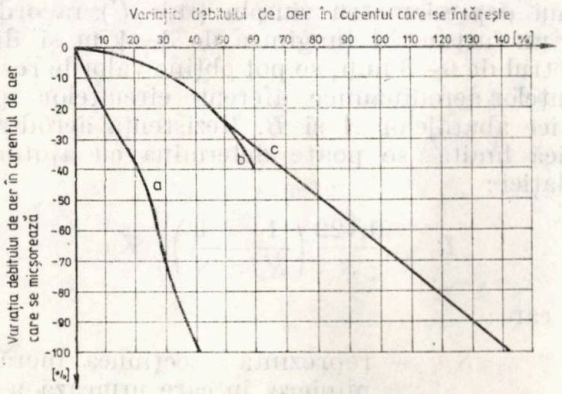


Fig. 4. Eficienţa dispozitivelor de reglare a debitelor de aer în subteran, %:
a — reglarea cu uşi cu registru; *b* — reglarea prin reducerea rezistenţei aerodinamice; *c* — reglarea cu ventilator

În cadrul metodei de reglare negativă se includ toate mijloacele care conduc la creşterea rezistenţei aerodinamice specifice lucrărilor miniere şi respectiv a întregii reţele miniere în ansamblu. Aceste mijloace, care constau din uşi de reglare, uşi de izolare, şibere etc., conduc întotdeauna la diminuarea într-o măsură mai mare sau mai mică a debitului total de aer care intră în mină. În acelaşi timp creşterea de debit de aer care se obţine într-un circuit de aeraj este întotdeauna mai mică decît diminuarea debitului de aer al circuitului reglat prin metoda negativă.

Cea de-a doua metodă de reglare şi anume metoda pozitivă include mijloacele care determină reducerea rezistenţelor aerodinamice specifice lucrărilor miniere şi implicit a întregii reţele miniere.

Aceste mijloace care cuprind fie majorarea secţiunilor lucrărilor miniere (reprofilări), fie utilizarea ventilatoarelor ca surse complementare de depresiune (tiraj), determină în toate cazurile creşterea debitului total de aer al minei.

Metoda de reglare negativă prin intermediul uşilor de aeraj (de reglare sau izolare), deşi implică creşterea rezistenţelor aerodinamice, respectiv a consumului de energie şi deci poate furniza ocazional mai mult aer zonelor care nu au nevoie, în detrimentul celor care au aer insuficient, are cea mai largă aplicabilitate atît la minele din ţara noastră, cît şi din străinătate.

Pe de altă parte, utilizarea ventilatoarelor ca mijloace de reglare a debitelor de aer este raţional să se facă în toate cazurile în care creşterea debitelor de aer, în anumite circuite de aeraj, este greu sau imposibil de realizat prin instalarea de uşi în circuitele de aeraj paralele sau atunci cînd majorarea secţiunii lucrărilor miniere nu este oportună datorită costului ridicat sau limitărilor de timp.

Folosirea în mică măsură a acestei metode de reglare, în mod special la minele de cărbuni, se datorează, în principal, considerentelor de securitate legate de funcţionarea ventilatoarelor în reţelele de aeraj.

Principalele obiecţiuni care se aduc metodei de reglare a debitelor de aer cu ajutorul ventilatoarelor se referă la:

— posibilitatea funcţionării nesupravegheate a ventilatoarelor;

— folosirea ventilatoarelor poate servi ca pretext pentru neglijarea întreţinerii lucrărilor miniere;

— oprirea accidentală a ventilatoarelor poate reduce starea de securitate a circuitelor de aeraj în care acestea sînt instalate. (Acelaşi efect negativ se poate obţine însă şi în cazul menţinerii deschise a uşilor de reglare sau izolare);

— amplasarea neraţională a ventilatoarelor poate crea influenţe nefavorabile asupra circuitelor adiacente.

Aceste dezavantaje pot şi trebuie să fie eliminate prin aplicarea ansamblului de măsuri care vizează atît analizele preliminare necesare pentru asigurarea funcţionării eficiente, cît şi sistemul de supraveghere al acestei funcţionări în siguranţă.

În raport cu scopul care se urmăreşte, ventilatoarele care se montează în subteran se pot grupa în două categorii şi anume:

— ventilatoare auxiliare;

— ventilatoare de activare.

● În prima categorie se încadrează ventilatoarele ce servesc pentru aerajul unei zone din mină care cuprinde unul sau mai multe fronturi de lucru (abataje) situate la distanţă relativ mare faţă de staţiile principale de ventilaţie, respectiv circuite de aeraj cu rezistenţe aerodinamice mari în care nu se pot asigura debitele de aer stabilite ca necesare. În aceste cazuri abatajul sau grupul de abataje nu se află sub depresiunea staţiilor principale de ventilaţie, vehicularea debitului de aer necesar zonei realizîndu-se în exclusivitate prin intermediul ventilatoarelor auxiliare.

Ventilatoarele auxiliare se montează în construcţii de aeraj de tipul uşilor de izolare (blind) care trebuie să asigure şi deschiderea circuitului de aer în cazul opririi acestor ventilatoare.

Dacă durata de funcţionare a ventilatoarelor auxiliare este de minimum doi ani şi debitul de aer planificat este mai mare de 800 m³/min, este necesar să se execute staţie auxiliară de ventilaţie în subteran.

Staţia auxiliară de ventilaţie din subteran se execută pe bază de proiect avizat de forul tutelar şi trebuie să prezinte aceeaşi siguranţă de funcţionare ca şi staţia principală de ventilaţie de la suprafaţă.

● În cea de-a doua categorie se încadrează ventilatoarele care servesc pentru amplificarea debitului de aer în circuitul unui abataj, ca alternativă a uşilor de reglare montate în circuite paralele.

În acest caz, ventilatoarele se amplasează în lucrările miniere fără a se monta în construcţii de aeraj (de tipul uşilor de izolare — blinduri) debitul de aer necesar în circuit realizîndu-se sub acţiunea simultană atît a depresiunii staţiei principale de ventilaţie, cît şi a depresiunii ventilatorului de activare.

Funcţionarea ventilatoarelor de activare se deosebeşte esenţial de funcţionarea ventilatoarelor auxiliare, deoarece primele nu creează diferenţa de depresiune statică, caracteristică pentru ventilatoarele auxiliare.

Majorarea debitului de aer cu ajutorul ventilatoarelor de activare este determinată de acţiunea presiunii dinamice creată la ieşirea din ventilator, precum şi de acţiunea de ejecţie

Pentru alegerea categoriei ventilatorului de activare sau auxiliar, se iau în considerare următorii factori:

— debitul de aer realizat în circuitul din care se alimentează abatajul;

— rezistenţa aerodinamică a circuitului abatajului;

— rezistenţa aerodinamică limită.

Debitul de aer din circuitul de alimentare al abatajului se determină din ridicările debitmetrice curente.

Rezistenţa aerodinamică specifică circuitului în care se află abatajul se poate determina din pierderile de presiune existente pe uşile de aeraj, plasate în paralel cu circuitul abatajului. Dacă aceste construcţii de reglare lipsesc, atunci ele pot fi instalate special, în scopul efectuării măsurătorilor. Spre exemplu, măsurînd pierderea de presiune pe uşa de reglare R din ramificaţia 3—4 (fig. 5) cu ajutorul unui depresiometru simplu (tub U) racordat la un furtun cu lungimea de 3—4 m şi diametrul de 6—8 mm, se pot obţine valorile rezistenţelor aerodinamice aferente circuitelor specifice abatajelor A şi B. Rezistenţa aerodinamică limită se poate determina cu ajutorul relaţiei:

$$R_L = \frac{0{,}122}{S}\left(\frac{1}{S_v} - \frac{1}{S}\right), \text{ K}\mu$$

în care:

S — reprezintă secţiunea lucrării miniere, în care urmează a se instala ventilatorul, m²;

S_v — secţunea orificiului de ieşire a aerului din ventilator, m² (tab. 1)

Dacă valoarea rezistenţei circuitului abatajului care urmează a fi reglat este mai mică decît valoarea rezistenţei limită, atunci în circuitul abatajului se va instala un ventilator de activare.

Dacă $R_c > R_L$, în circuitul abatajului se va monta un ventilator auxiliar.

În cazul instalării în circuitul abatajului a unui ventilator de activare, debitul de aer posi-

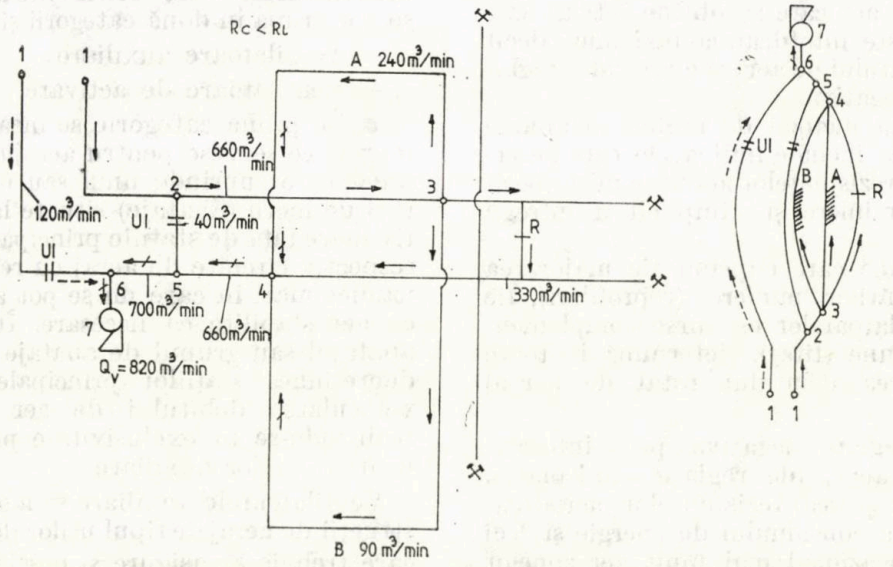


Fig. 5. Pierderea de presiune pe uşa de reglare R din ramificaţia 3—4

Tabelul 1

Specificație	Tipul ventilatorului		
	VE-500	VE-550	VE-700
Secțiunea de ieșire din ventilator, m²	0,196	0,237	0,384
Secțiunea de ieșire din confuzor, m²	0,098	0,118	0,192
	confuzor cu: L=2 m; d_1 = 500 mm d_2 = 350 mm	confuzor cu: L = 2 m; d_1 = 500 mm d_2 = 400 mm	confuzor cu: L = 2m; d_1 = 600 d_2 = 500

bil de realizat se poate stabili cu relația:

$$Q_{abataj} = Q_v \sqrt{\frac{S}{S_v(8{,}2R_cS^2 + 1)}},\ \text{m}^3/\text{s}$$

în care: Q_v este debitul de aer aferent ventilatorului care se va monta în circuit (Se poate obține din diagrama specifică tipului de ventilator fig. 6; 7 și 8);

R_c — rezistența aerodinamică aferentă circuitului abatajului.

Dacă în circuitul abatajului se instalează un ventilator auxiliar, debitul de aer posibil de realizat se obține pe cale grafică, intersectînd curba caracteristică a ventilatorului cu curba caracteristică circuitului abatajului.

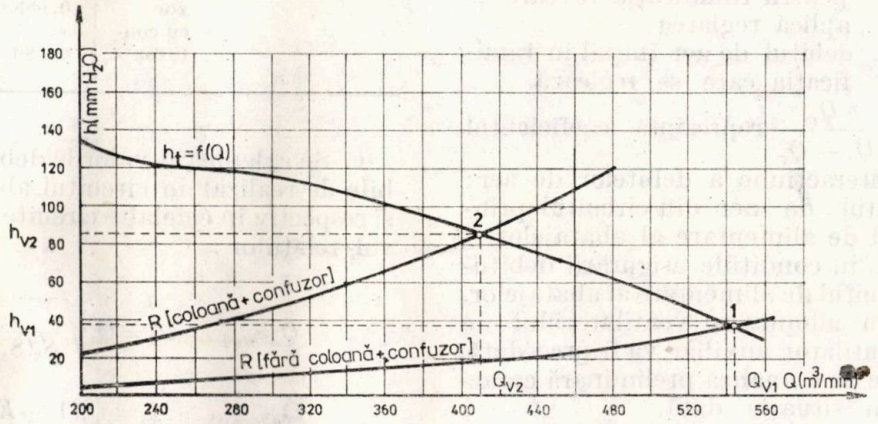


Fig. 6. Regimurile de funcționare aferente ventilatorului VE-700 (11kW) amplasat într-o lucrare minieră fără construcție de izolare:
1 — fără coloană + confuzor, Q_{v1} = 544 m³/min, h_{v1}=39 mm H_2O; *2* — cu coloană + confuzor, Q_{v2} = 410 m³/min, h_{v2} = 86 mm H_2O

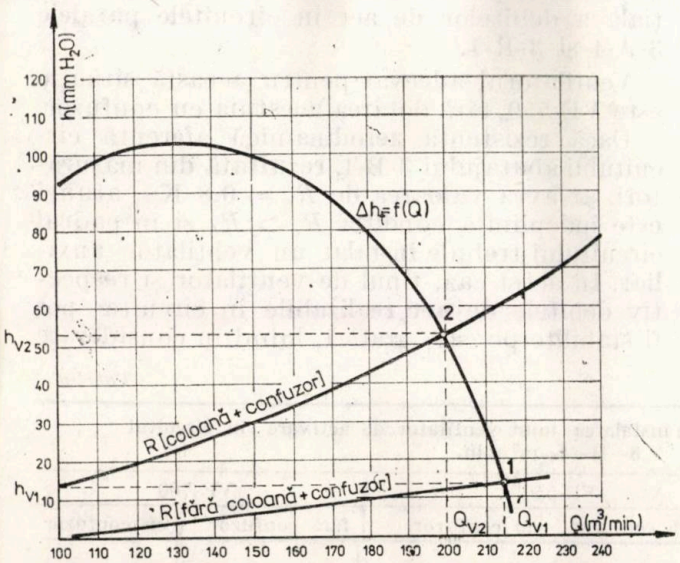


Fig. 7. Regimurile de funcționare aferente ventilatorului VE-550 (6,5 kW) amplasat într-o lucrare minieră fără construcție de izolare:
1 — fără coloană + confuzor, Q_{v1} = 214 m³/min, h_{v1} = =14 mm H_2O; *2* — cu coloană + confuzor, Q_{v2}=200m³/min; h_{v2}=53 mm H_2O

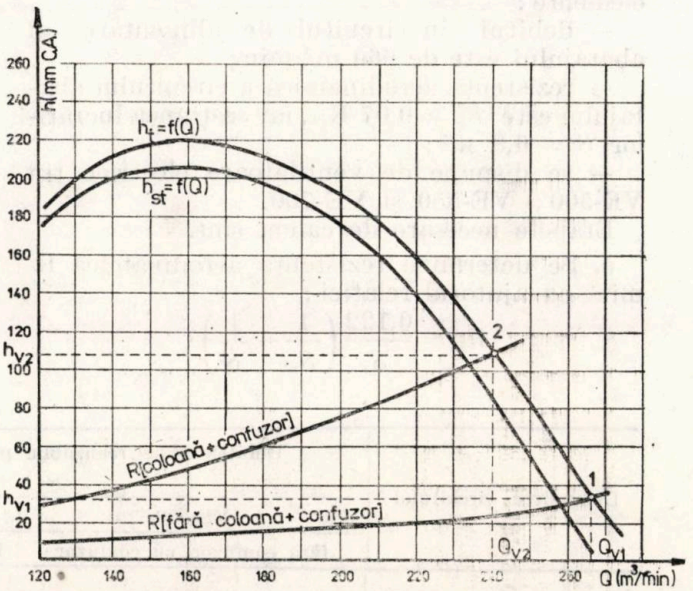


Fig. 8. Regimurile de funcționare aferente ventilatorului VE-500 (11 kW) amplasat într-o lucrare minieră fără construcție de izolare:
1 — fără coloană + confuzor; Q_{v1}=265 m³/min h_{v1} = 27 mm; H_2O; *2* — cu coloană + confuzor, Q_{v2}=240 m³/min, h_{v2}= 108 mm H_2O

Valorile debitelor de aer care se vor distribui în ramificaţiile fără reglare se pot stabili cu ajutorul relaţiei :

$$Q_{final} = Q_i(1 + K_n),$$

în care :

K_n este modificarea relativă a debitului de aer în ramificaţia neregulată.

$$K_n = -K_r P,$$

unde :

K_r reprezintă modificarea relativă a debitului de aer în ramificaţia care se reglează

$$K_r = \frac{\Delta Q_r}{Q_r},$$

ΔQ_r — modificarea de debit impusă pentru ramificaţia în care se aplică reglarea

Q_r — debitul de aer iniţial în ramificaţia care se reglează.

$P = \frac{Q_r}{Q_c - Q_r}$ reprezintă coeficientul de interacţiune a debitelor de aer;

Q_c — debitul de aer din circuitul principal de alimentare al abatajelor.

În consecinţă, în condiţiile asigurării debitului de aer în circuitul de alimentare al abatajelor, opţiunea pentru adoptarea ventilatorului de activare sau ventilator auxiliar va fi precedată, în toate cazurile de o analiză preliminară caracteristică pentru situaţia dată.

Cu titlul de exemplu, în cele ce urmează se vor analiza posibilităţile de majorare a debitului de aer în abatajul 3-B-4 (fig. 5) de la 90 m³/min la 180 m³/min, cunoscîndu-se următoarele elemente :

— debitul în circuitul de alimentare al abatajului este de 660 m³/min ;

— rezistenţa aerodinamică a circuitului abatajului este $R_c = 0{,}07$ Kμ, iar secţiunea lucrărilor $S = 6{,}8$ m² ;

— se dispune de ventilatoare electrice tip VE-500 ; VE-550 şi VE-700.

Etapele necesare de calcul sînt.

a. Se determină rezistenţa aerodinamică limită cu ajutorul relaţiei :

$$R_L = \frac{0{,}122}{S}\left(\frac{1}{S_v} - \frac{1}{S}\right).$$

Rezultatele calculului efectuat pentru cele 3 tipuri de ventilatoare sînt redate în tabelul 2.

b. Se compară rezistenţa circuitului cu valoarea rezistenţei limită.

Se observă că este îndeplinită condiţia pentru adoptarea unui ventilator de activare pentru reglarea debitului de aer în abatajul 3—B—4, adică $R_c < R_L$.

Tabelul 2

Tipul ventilatorului	VE-500	VE-550	VE-700
Rezistenţa limită — fără confuzor	0,088	0,073	0,044
— cu confuzor	0,180	0,149	0,090

c. Se calculează valorile debitelor de aer posibile de realizat în circuitul abatajului 3—B—4 şi respectiv în celelalte circuite paralele cu ajutorul relaţiilor :

$$Q_{abataj\ 3-B-4} = Q_v\sqrt{\frac{S}{S_v(8{,}2R_cS^2 + 1)}},$$

$$Q_{abataj\ 3-B-4} = Q_i(1 + K_n).$$

Datele prezentate în tabelul 3 evidenţiază faptul că adoptarea ventilatorului VE-500 sau VE-700 pentru reglarea debitului de aer în circuitul 3-B-4 conduce la reducerea substanţială a debitelor de aer în circuitele paralele 3-A-4 şi 3-R-4.

Ventilatorul adecvat pentru această situaţie este VE-550, fără dotarea acestuia cu confuzor.

Dacă rezistenţa aerodinamică aferentă circuitului abatajului 3-B-4, rezultată din măsurători, ar avea valoarea de $R_c = 0{,}8$ Kμ, atunci este îndeplinită condiţia $R_c > R_L$ şi în cadrul circuitului trebuie instalat un ventilator auxiliar. În acest caz, tipul de ventilator şi respectiv debitele de aer realizabile în circuite pot fi stabilite pe cale grafică, luînd în considerare

Tabelul 3

Denumirea circuitului	Debitele de aer realizabile prin instalarea unui ventilator de activare în circuitul 3—B—4, m³/min.					
	VE-500		VE-550		VE-700	
	fără confuzor	cu confuzor	fără confuzor	cu confuzor	fără confuzor	cu confuzor
3—B—4	297	380	218	289	436	464
3—A—4	153	118	186	156	94	82
3—R—4	210	162	255	215	130	114
TOTAL	660	660	660	660	660	660

curbele caracteristice ale ventilatoarelor VE-500, VE-550 și respectiv VE-700, presupuse a exista în dotarea minei respective.

În concluzie, se apreciază că extinderea domeniului de aplicare a ventilatoarelor auxiliare, precum și a metodei combinate (uși de aeraj și ventilatoare de activare) pentru reglarea debitelor de aer, în rețelele de lucrări miniere, constituie un mijloc rațional pentru reducerea depresiunilor în zonele de exploatare și implicit pentru creșterea gradului de securitate în subteran.

Combaterea vibrațiilor la unele tipuri de mașini și instalații utilizate în industria minieră

Prof. dr. doc. ing. **I.N. Constantinescu**
dr. ing. **Al. Darabont**

I. Generalități

Dezvoltarea impetuoasă a tehnicii a dus la creșterea continuă a vitezelor de funcționare a mașinilor și la scăderea greutății lor pe unitatea de putere. În aceeași măsură, a crescut și influența negativă a vibrațiilor asupra omului, mașinilor și asupra clădirilor aferente, ceea ce impune luarea unor măsuri pentru limitarea sau anihilarea efectelor dăunătoare ale acestora.

II. Vibroizolarea mașinilor și instalațiilor

În atelierele mecanice ale întreprinderilor miniere, la întreprinderile de preparare a cărbunilor sau a minereurilor sînt o serie de mașini și instalații care generează vibrații. Instalarea acestor mașini și instalații se poate realiza fie prin fixarea rigidă pe fundație, fie prin rezemarea acestora pe elemente vibroizolante.

În cazul fixării rigide a mașinilor pe fundație, vibrațiile provocate de funcționarea mașinii se transmit structurii clădirii, avînd efecte negative fie asupra acesteia, fie asupra oamenilor care își desfășoară activitatea în vecinătatea sursei de vibrații.

În ultimul timp, în unele țări avansate, s-a trecut pe scară largă la montarea mașinilor pe elemente vibroizolante, fără fundație, direct pe pardoseala halei. O asemenea montare are o serie de avantaje:

— simplifică operația de amplasare a mașinilor, eliminîndu-se necesitatea utilizării unor fundații costisitoare;

— permite o reamplasare simplă și rapidă a mașinilor în cazul modificării procesului tehnologic;

— asigură o protecție eficientă a oamenilor și a clădirilor, contra vibrațiilor;

— este realizabilă și acolo unde nu se pot utiliza fundații speciale (la dispunerea mașinilor pe planșeele dintre etajele clădirilor).

În multe situații, pentru realizarea elementelor vibroizolante se utilizează cauciucul care are o serie de proprietăți *antivibratorii*, dintre care amintim:

- modulul de elasticitate la compresiune, foarte mic, se deformează mult, fiind capabil să preia prin șoc un lucru mecanic de peste patru ori mai mare decît acela preluat de arcurile de oțel;
- constante elastice mici, permițînd să se realizeze pulsații proprii cît mai joase ale mașinilor rezemate pe ele;
- proprietăți de amortizare ridicate, putînd să disipeze pînă la 30—35% din energia totală a vibrației.

La eficacitate egală, ocupă — în comparație cu alte materiale — un spațiu redus; are greutate mică și poate fi utilizat combinat cu arcuri de oțel.

În opoziție cu aceste calități, cauciucul prezintă pentru elementele vibroizolante și unele dezavantaje:

— sub influența agenților atmosferici și mai ales a diverșilor agenți chimici cu care poate veni în contact (uleiuri, acizi), își pierde proprietățile elastice;

— cu timpul, după 4—6 ani, apare efectul de îmbătrînire, cauciucul își pierde proprietățile elastice, începe să crape, periclitînd astfel sistemul de suspensie.

În ultimii ani, urmare cercetărilor efectuate în cadrul Institutului de cercetări științifice pentru protecția muncii din București, în colaborare cu cadrele didactice de la Institutul de mine din Petroșani și cu cercetătorii de la Institutul de chimie macromoleculară „Petru Poni" din Iași, s-a trecut la realizarea și experimentarea unor elemente vibroizolante, la care elementul elastic din cauciuc a fost înlocuit cu un poliuretan românesc, denumit Moldotan.

Poliuretanul de tip Moldotan păstrează toate avantajele cauciucului și are în plus o serie de avantaje din care menționăm:

— sub influența agenților chimici își păstrează proprietățile elastice; această proprietate este foarte importantă în construcția de mașini unde elementele vibroizolante sînt în

permanență îmbibate cu uleiuri și în industria chimică unde poate apărea acțiunea unor acizi sau baze;

— spre deosebire de cauciuc, proprietățile elastice ale poliuretanului se păstrează în timp, practic nelimitat, astfel încît nu apărea necesitatea de a fi înlocuit;

— spre deosebire de matrițele utilizate pentru vulcanizarea pieselor din cauciuc, formele de turnare a pieselor din Moldotan sînt mult mai simple și au un preț de cost mult mai redus.

Avînd în vedere avantajele elementelor vibroizolante realizate din Moldotan, s-a trecut la realizarea și experimentarea lor într-o primă etapă la diferite tipuri de mașini-unelte ca strunguri, freze, mașini de rectificat.

Testările efectuate la diferite întreprinderi au confirmat avantajele acestor elemente vibroizolante în comparație cu cele din cauciuc, asigurîndu-se astfel condițiile trecerii la producția de serie.

În figura 1 este reprezentată o vedere generală a unui asemenea element vibroizolant, iar în figura 2 se pot distinge elementele componente.

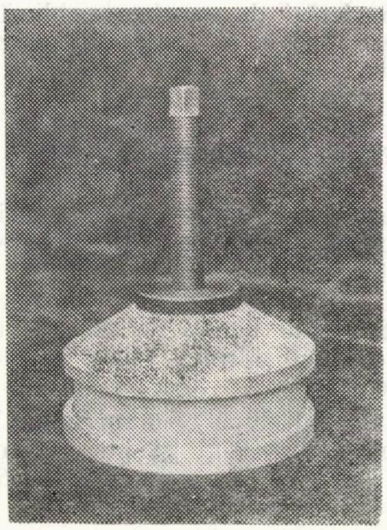


Fig. 1

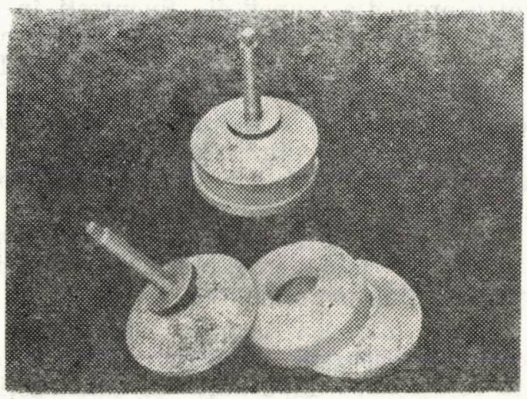


Fig. 2

III. Vibroizolarea uneltelor pneumatice cu acțiune percutantă

În industria minieră o sursă importantă de vibrații o constituie instalațiile ușoare de perforat găuri de mină (i.u.p.), în a căror componență intră ciocanul perforator și coloana pneumatică de susținere și avans.

Sursa principală de vibrații la i.u.p. o constituie motorul pneumatic cu piston liber al perforatorului. Vibrația și recul perforatorului se manifestă de-a lungul axei acestuia și se transmit parțial mîinii muncitorului care deservește i.u.p.

S-a constatat că la toate perforatoarele moderne caracteristica vibrațiilor depășește limitele admise de normele de protecția muncii. De aceea, în multe institute de cercetări și laboratoare uzinale, se lucrează intens pentru găsirea celor mai eficace soluții în vederea micșorării efectelor dăunătoare ale reculului și vibrațiilor asupra organismului uman.

Căile de combatere a reculului și vibrațiilor perforatoarelor percutante pot fi următoarele:

- utilizarea mijloacelor individuale de protecție, ca de exemplu mănușile antivibratile;
- realizarea mînerului perforatorului în variantă vibroizolantă;
- perforarea în regim optim;
- modificarea în mod corespunzător a proceselor care au loc în organul de distribuție și în cilindrul motorului perforatorului.

În cele ce urmează, ne vom axa pe soluția privind vibroizolarea perforatorului față de mîner sau utilizarea unor mînere vibroizolante.

În figura 3 este reprezentată schema de vibroizolare a perforatorului față de mîner la o instalație ușoară de perforat.

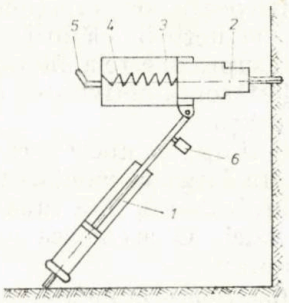


Fig. 3

Forța de avans a coloanei pneumatice *1* se transmite perforatorului *2*, prin intermediul corpului *3* și arcului *4*. În acest mod, se izolează de vibrații mînerul *5* și regulatorul de presiune *6*, cu care muncitorul vine în contact în procesul perforării.

În cursul anilor 1980—82 s-au realizat și experimentat în subteran pentru perforatoarele tip P-90 mai multe variante de mînere vibroizolante, dintre care menționăm două tip „Compas" metalice cu articulație din cauciuc

și două executate din poliuretan românesc tip Moldotan.

Cele mai bune rezultate s-au obținut cu varianta de mîner monobloc din poliuretan de formă inelară, montat pe perforator prin simplă înșurubare.

Pentru a se testa fiabilitatea acestor mînere, în condițiile foarte dure din subteran, în cursul anilor 1982—83 s-au dotat cu asemenea mînere peste 2 000 de perforatoare dintre care foarte multe la Intreprinderea minieră Bălan. Aceste testări au demonstrat buna fiabilitate a mînerelor și capacitatea ridicată de atenuare a vibrațiilor.

Paralel cu testările de anduranță, s-au efectuat și măsurări comparative ale nivelului de vibrații cu un mîner metalic original, rigid și un mîner elastic din Moldotan. Rezultatele măsurărilor sînt prezentate în figura 4.

Din aceste măsurări se pot trage următoarele concluzii :

- în comparație cu mînerul metalic rigid, mînerul din Moldotan reduce nivelul de accelerații la frecvența de 8 Hz de la 230 la 20 m/s², atenuarea fiind de 22 dB;
- atenuările cele mai bune ale nivelului de vibrații se obțin în domeniile de frecvență 8—25 Hz și 63—800 Hz, valorile acestora variind de la 4 la 22 dB.

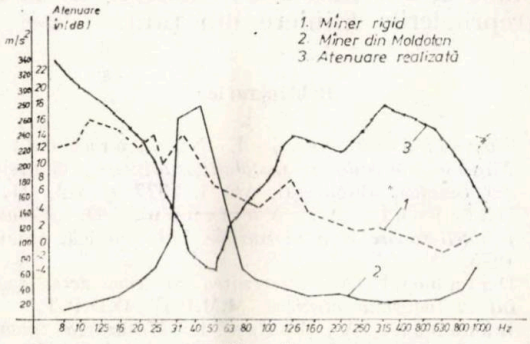


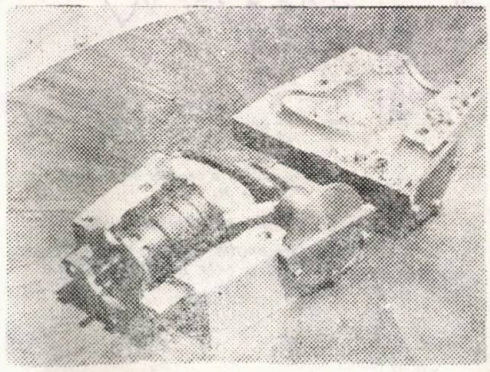
Fig. 4

O altă categorie de unelte pneumatice cu acțiune percutantă, la care nivelul de vibrații depășește limitele admise de normele în vigoare, o constituie ciocanele de abataj, de dăltuit și de crăițuit utilizate în subteran, respectiv în turnătorii și în construcții metalice.

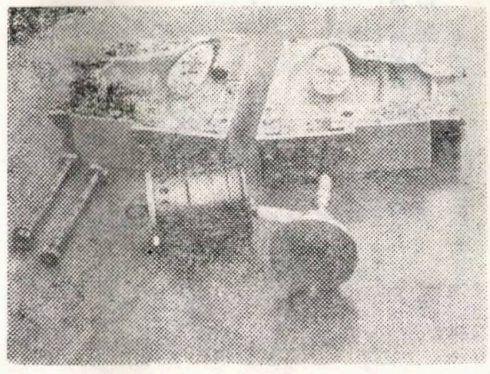
Pentru a se reduce nivelul de vibrații la aceste tipuri de ciocane s-au realizat, în diferite țări, o serie de variante de mînere vibroizolante, toate avînd ca elemente elastice arcuri metalice. Aceste mînere au o construcție complicată și sînt predispuse defecțiunilor; din această cauză, au o răspîndire redusă.

Avînd în vedere capacitatea bună a poliuretanului de tip Moldotan, de a amortiza vibrațiile, s-a trecut la realizarea din acest material a unor mînere vibroizolante pentru ciocanele de crăițuit și de dăltuit CD-4 și CD-6, asemănătoare cu ciocanele de abataj. Mînerele vibroizolante din poliuretan s-au realizat prin turnare în matrițe speciale, unele componente metalice ale mînerului fiind încorporate în masa de poliuretan. În varianta din poliuretan forma inițială a mînerului s-a păstrat.

În figurile 5*a* și *b* este reprezentată matrița din aluminiu în care se toarnă mînerele vibroizolante din Moldotan.



a)



b)

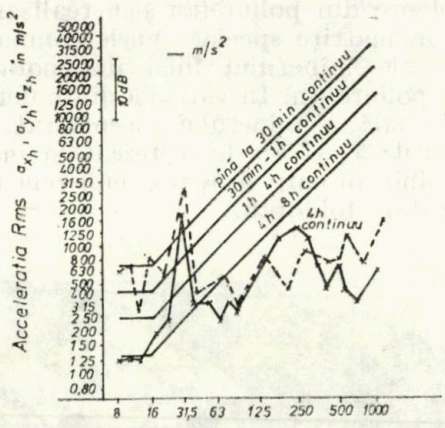
Fig. 5

Se disting, de asemenea, și componentele metalice care vor fi încorporate în masa de poliuretan a mînerului.

Testele de anduranță, efectuate la o întreprindere constructoare de mașini miniere, au demonstrat o bună fiabilitate a acestor mînere și o capacitate de atenuare a nivelului de vibrații.

Paralel cu probele de anduranță s-au efectuat și măsurări în vederea determinării capacității de atenuare a nivelului de vibrații. Astfel, pe același ciocan s-a montat alternativ un mîner rigid, original, și un mîner din Moldotan.

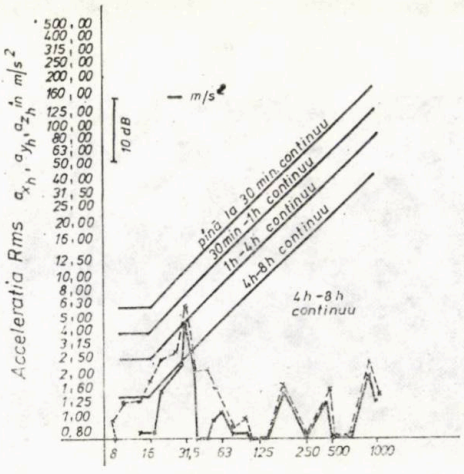
În spectrograma din figura 6 sînt reprezentate accelerațiile măsurate la cele două tipuri de mînere, iar în figura 7 accelerațiile măsurate la nivelul mîinii muncitorului cu cele două tipuri de mînere. Din spectrograma aceasta rezultă că prin utilizarea mînerului din Moldotan nivelul de accelerație depășește limitele admise de norme numai la frecvența de 31,5 Hz.



Frecvența centrală a benzilor de o octavă în Hz

Ciocan pneumatic Miner moldotan (—)
Ciocan pneumatic Miner metalic (---)
accelerometru este montat pe miner

Fig. 6



Frecvența centrală a benzilor de o octavă în Hz

Ciocan pneumatic Miner moldotan (—)
Ciocan pneumatic Miner metalic (---)
accelerometru este montat pe miner

Fig. 7

Concluzii

Din cele prezentate se pot trage o serie de concluzii dintre care amintim.

1. O serie de mașini și instalații utilizate în industria minieră generează niveluri de vibrații care pot avea o influență negativă asupra omului, a mașinilor sau asupra clădirilor aferente.

2. Pentru anihilarea sau cel puțin limitarea efectelor dăunătoare ale acestor vibrații este necesar să se prevadă montarea acestor mașini și instalații pe dispozitive vibroizolante, la care elementul elastic din cauciuc se poate înlocui cu poliuretan de tip Moldotan.

3. Nivelurile de vibrații generate de o serie de unelte pneumatice cu acțiune percutantă, utilizate în industria minieră și de construcții de mașini miniere, depășesc limitele admise de norme.

4. Prin utilizarea minerelor vibroizolante din Moldotan la perforatoarele P-90 și la ciocanele pneumatice, nivelul de vibrații transmis mîinii muncitorului se poate reduce în mod substanțial.

5. Avînd în vedere rezultatele bune obținute în cursul anilor 1982—85 în cadrul Întreprinderii miniere Bălan, prin dotarea perforatoarelor P-90 cu minere vibroizolante din Moldotan, este indicată extinderea lor la toate întreprinderile miniere din țară.

Bibliografie

[1] Constantinescu, I. N., Darabont, A. *Mecanica mașinilor și instalațiilor miniere și de preparare.* Ed. tehnică, București, vol. I, 1977 și vol. II, 1978.

[2] Darabont, A., Văiteanu, D. *Combaterea poluării sonore și a vibrațiilor.* Ed. tehnică, București, 1975.

[3] Darabont, A. *Prevenirea și combaterea zgomotului în industria minieră.* M.M.P.G—O.D.P.T.

[4] Darabont, A., Iorga, I. *Măsurarea zgomotului și vibrațiilor în tehnică.* Ed. tehnică, București, 1983.

Stabilirea parametrilor de lucru la forajul cu aer-lift

Conf. dr. **ing. N. Macovei**
Institutul de **petrol** și gaze Ploiești

I. Domeniile de aplicare

Evacuarea detritusului prin circulație cu aer-lift este aplicabilă teoretic la orice adîncime și diametru de sondă. Această metodă se folosește mai ales atunci cînd circulația obișnuită cu ajutorul pompelor de noroi nu este posibilă (la traversarea zonelor cu pierderi totale de circulație, forajul sondelor cu diametru mare), la deschiderea stratelor productive cu presiune scăzută și la forajul sondelor de apă.

Această *pompare fără pompă* are numeroase aplicații și în afara forajului : la dragarea nisipului și pietrișului, evacuarea apei din galerii de mină, pomparea lichidelor agresive, în mineritul submarin.

Răspîndirea metodei se explică prin simplitatea și costul ei relativ redus, capacitatea mare

de evacuare, utilizarea de echipamente ușor de procurat. Printre inconveniente se numără necesitatea unei adîncimi minime pentru amorsarea circulației, randamentul relativ scăzut, imposibilitatea folosirii efectului de curățare a tălpii sondei de jeturile de lichid ce ies din duzele sapei. La diametre mari sînt necesare stații voluminoase de compresoare, un sistem de răcire a aerului și un montaj mai complicat.

II. Principiul metodei

Aer-liftul reprezintă o variantă a circulației cu lichide aerate. Particularitatea ei constă în introducerea aerului sub presiune, printr-un canal separat, pînă la o anumită adîncime sub nivelul lichidului, unde pătrunde în curentul ascensional de lichid din interiorul conductei de evacuare (interiorul sau exteriorul prăjinilor de foraj). Prin aerare, densitatea lichidului dintre punctul de injecție și cel de refulare se micșorează și, datorită depresiunii formate, se creează o circulație ascensională a lichidului.

Există numeroase scheme de foraj cu aer-lift, care pot fi clasificate după :

- sistemul de circulație: directă, inversă sau combinată;
- canalul de introducere a aerului: cu tuburi paralele, cu tuburi concentrice (duale sau triple), cu o coloană suplimentară, cu tub atașat la exteriorul unei coloane;
- proveniența lichidului liftat: pompat de la suprafață, prin umplerea continuă a sondei, provenit din formațiunile traversate [1].

În figura 1*a* este prezentată o schemă de circulație inversă cu tuburi concentrice utilizată la diametre mari. În spațiul inelar, nivelul lichidului este menținut constant printr-o alimentare continuă.

Pentru ca mișcarea să aibă loc, presiunea coloanei de lichid din spațiul inelar trebuie să învingă presiunea coloanei de lichid și detritus de la sapă pînă la punctul de injecție și a coloanei de amestec lichid-aer-detritus din acest punct pînă la cel de evacuare, plus căderile de presiune provocate de frecările din sistemul de circulație și de accelerarea amestecului spre suprafață, ca urmare a destinderii aerului. Condiția este exprimată de ecuația lui Bernoulli :

$$\rho_l g(H - h_l) = \rho_l' g(H - h_l - s) + p_i + p_{fr}, \quad (1)$$

unde :

- H este adîncimea sondei;
- h_l — adîncimea nivelului dinamic de lichid din spațiul inelar;
- s — adîncimea punctului de injecție sub nivelul lichidului (submergența);
- ρ_l — densitatea lichidului din spațiul inelar;
- ρ_l' — densitatea lichidului din interiorul prăjinilor, sub punctul de injecție, încărcat cu detritus;
- p_i — presiunea relativă din punctul de injecție;
- p_{fr} — suma căderilor de presiune provocate de frecările din sistemul de circulație, exceptînd intervalul pe care lichidul este aerat.

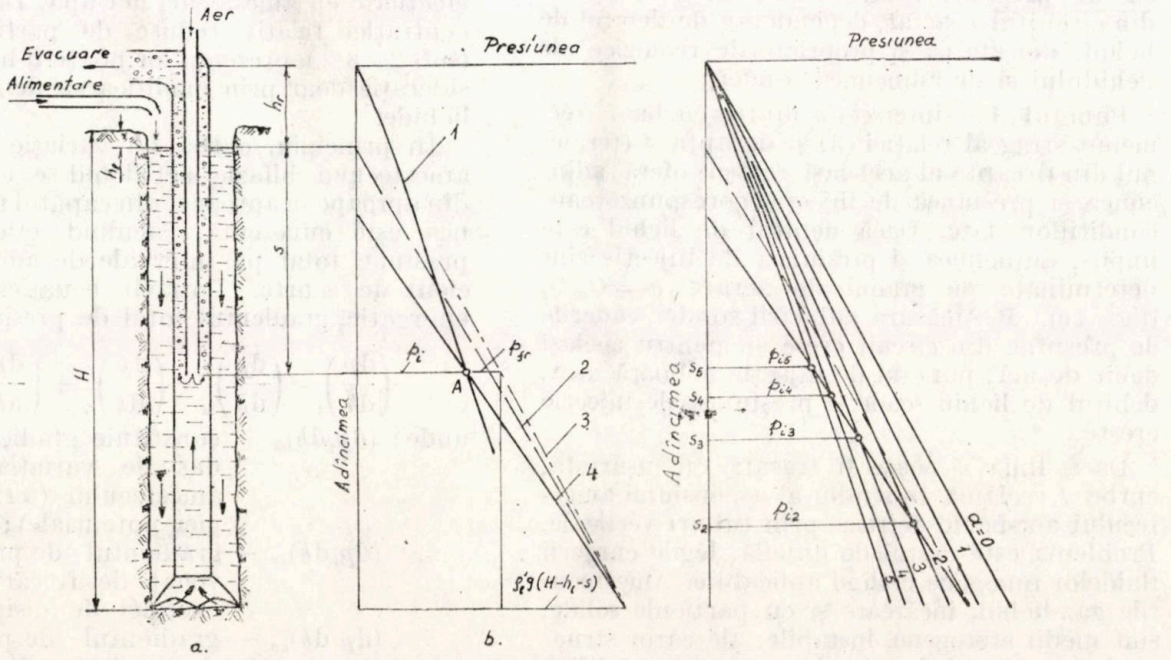


Fig. 1. Schema forajului cu aer-lift :
a — schema de principiu; *b* — determinarea adîncimii și presiunii de injecție a aerului; *c* — efectul gradului de aerare asupra presiunii din conducta de amestec

Datorită vitezei reduse a lichidului, s-a neglijat variația energiei cinetice din sistemul neaerat. Din același motiv, la sondele cu diametre mari pot fi neglijate și căderile de presiune din spațiul inelar la mișcarea descendentă.

La pornirea procesului de liftare, presiunea din punctul de injecție:

$$p_{ip} = \rho_l \cdot g \cdot s. \qquad (2)$$

În condiții dinamice de regim, presiunea de injecție este ușor mai redusă. Din relația (1):

$$p_i = \rho_l \cdot g \cdot s - (\rho_l' - \rho_l)\, g(H - h_l - s) - p_{fr}. \qquad (3)$$

Diferența dintre cele două valori depinde de viteza de avansare (crește diferența $\rho_l' - \rho_l$), de debitul de lichid antrenat (scade diferența $\rho_l' - \rho_l$, dar cresc frecările din circuit) și de adîncimea sondei (cresc căderile de presiune prin frecare).

În figura 1 *b* sînt ilustrați termenii ce intervin în ecuația lui Bernoulli. Curba *1* reprezintă variația presiunii în lungul canalului de circulație a amestecului aer-lichid-detritus. Ea depinde de debitul de aer Q_0 și de cel de lichid Q_l (determinat la rîndul lui de debitul de aer, geometria sistemului și proprietățile lichidului evacuat), cu luarea în considerație a densității amestecului, a frecărilor și a variației energiei cinetice.

Linia *2* constituie variația presiunii hidrostatice a lichidului din spațiul inelar; linia *3* — variația presiunii hidrostatice a noroiului încărcat cu detritus; linia *4* — variația presiunii în interiorul prăjinilor în timpul circulației. Ultima diferă de precedenta prin scăderea căderilor de presiune necesare învingerii frecărilor din circuitul neaerat, dependente de debitul de lichid, densitatea și proprietățile reologice ale lichidului și de adîncimea sondei.

Punctul *A* — intersecția dintre curba *1* (termenul stîng al relației (3) și dreapta *4* (termenul din dreapta al aceleiași relații) oferă adîncimea și presiunea de injecție corespunzătoare condițiilor date. Dacă debitul de lichid este impus, adîncimea și presiunea de injecție sînt determinate de gradul de aerare $a = Q_0/Q_l$ (fig. 1*c*). Pe măsura adîncirii sondei, căderile de presiune din circuit cresc și, pentru același debit de aer, punctul de injecție coboară ușor, debitul de lichid scade și presiunea de injecție crește.

Dacă linia *4* poate fi trasată cu ușurință, curba *1* reclamă un studiu al ascensiunii amestecului aer-lichid-detritus prin tuburi verticale. Problema este destul de dificilă, legile curgerii fluidelor omogene nefiind aplicabile. Amestecurile gaz-lichid, încărcate și cu particule solide, sînt medii eterogene, instabile, ale căror structură, proprietăți și regim de curgere se modifică de-a lungul circuitului datorită variației presiunii și temperaturii. Pe măsura urcării amestecului spre suprafață, aerul se destinde, debitul volumic și suprafața ocupată de el în secțiunea de curgere cresc, iar densitatea amestecului scade. Dar, fiind mai ușor, aerul se ridică mai repede: apare o lunecare față de faza lichidă. De aici, o tendință de micșorare a secțiunii ocupate de aer, contrară celei provocate prin destindere. Funcție de concentrația și proprietățile celor două faze, în circuit se pot întîlni diverse regimuri de curgere: bule de aer distribuite în masa lichidului, dopuri de aer, curgere sub formă de ceață cu inel de lichid spre pereți etc. Solubilitatea aerului, tensiunea interfacială aer-lichid, ambele dependente de presiune și temperatură — variabile de-a lungul circuitului — complică și ele problema. Noroaiele de foraj posedă în general o tensiune critică de forfecare care se manifestă probabil și la suprafața bulelor de aer. Bulele cu dimensiuni mici sînt, în bună măsură, adsorbite pe suprafața particulelor coloidale și nu participă la fenomenul de lunecare. În cazul amestecurilor trifazice intervine și lunecarea descendentă a particulelor solide, ca și variația concentrației acestora în secțiunea de curgere determinată de forma profilului vitezelor de curgere.

Din aceste motive se folosesc doar procedee semiempirice, care combină considerații teoretice cu numeroase corelații experimentale referitoare la coeficienții de frecare și la evaluarea fenomenelor de lunecare.

Există numeroase cercetări experimentale asupra curgerii noroaielor aerate [1], dar nu sînt lipsite de interes și teoriile aplicate în extracția petrolului prin gaz-lift [2], deoarece majoritatea au fost fundamentate pe experiențe efectuate cu amestecuri aer-apă. Datorită concentrației relativ reduse de particule solide (sub 2—3%), prezența lor poate fi luată în considerație doar prin modificarea densității fazei lichide.

În principiu, curba de variație a presiunii amestecului bifazic aer-lichid se construiește, din aproape în aproape, din capătul unde presiunea este cunoscută, caculînd gradientul de presiune total pe intervale de adîncime suficient de scurte. Potrivit ecuației de bilanț energetic, gradientul total de presiune este:

$$\left(\frac{dp}{dh}\right)_t = \left(\frac{dp}{dh}\right)_{st} + \left(\frac{dp}{dh}\right)_{fr} + \left(\frac{dp}{dh}\right)_{ac}, \qquad (4)$$

unde: $(dp/dh)_{st}$ constituie gradientul static, dat de variația densității amestecului (termenul energiei potențiale);

$(dp/dh)_{fr}$ — gradientul de presiune provocat de frecări (termenul energiei de disipație);

$(dp/dh)_{ac}$ — gradientul de presiune dat de variația vitezelor celor două faze de-a lungu l tubului (termenul energiei cinetice).

Modul de calcul și ponderea celor trei termeni depinde de regimul de curgere a sistemului bifazic, determinat de concentrațiile și vitezele locale ale celor două faze. Spre suprafață, unde presiunea scade, fenomenul de expansiune a aerului fiind predominant față de cel al lunecării, secțiunea relativă ocupată de aer crește, densitatea amestecului se micșorează și gradientul static scade. În schimb, viteza aerului și a întregului sistem crescînd, ceilalți doi gradienți se amplifică, devenind chiar preponderenți, mai ales la debite mari (fig. 2).

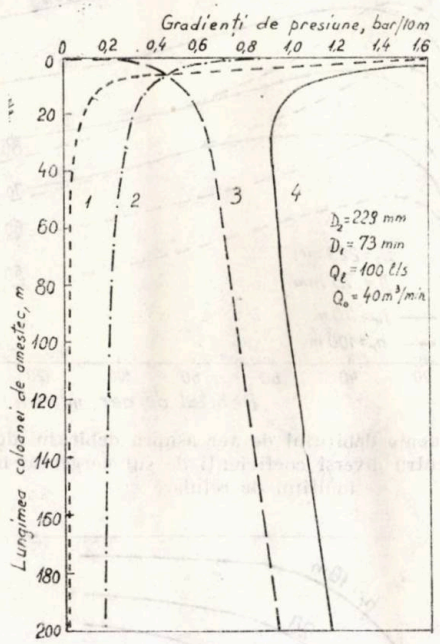


Fig. 2. Variația gradienților de presiune cu adîncimea : *1* — gradientul de accelerație ; *2* — gradientul presiunii de frecare ; *3* — gradientul static ; *4* — gradientul total

În teoria actuală, simplificată, a aer-liftului se ia în considerație doar micșorarea densității prin aerare, neglijînd toate celelalte efecte : lunecarea fazelor, frecările, variațiile energiei cinetice. Exprimînd densitatea amestecului, funcție de raportul debitelor celor două faze, se obține o relație rezolvabilă în raport cu gradul de aerare :

$$a = \frac{\rho_l g(s + h_r) - p_i}{p_0 \ln \dfrac{p_i + p_0}{p_0}}, \qquad (5)$$

unde h_r este înălțimea de refulare (fig. 1*c*).

Dacă se introduce coeficientul de scufundare $k_s = \dfrac{s}{(s + h_r)}$ și se acceptă pentru presiunea de injecție valoarea din momentul pornirii (2) relația (5) poate fi scrisă și altfel :

$$a = \frac{g \cdot \rho_l \cdot h_r}{p_0 \ln\left(\dfrac{k_s}{1 - k_s} \dfrac{\rho_l \cdot g \cdot h_r}{p_0} + 1\right)}. \qquad (6)$$

Pentru o înălțime de refulare dată, cu cît coeficientul de scufundare este mai mare, cu atît gradul de aerare este mai redus, dar presiunea de injecție va fi mai ridicată, și invers. Este de așteptat să existe niște valori optime pentru coeficientul de scufundare și gradul de aerare.

Practica a arătat că procesul de evacuare are eficiență maximă la coeficienți de submergență cuprinși între 60 și 80%. Datorită neglijării fenomenelor amintite, gradul de aerare determinat de relațiile (5) sau (6) s-a dovedit nesatisfăcător. Valorile necesare sînt de două-trei ori mai ridicate și uneori chiar mai mari.

Din aceste motive, au fost adaptate cîteva teorii de ascensiune a amestecurilor bifazice mai complete. Astfel a fost încercată teoria Beggs și Brill [3 ; 4], aplicată la gaz-lift, ca fiind una dintre cele mai complexe și riguroase metode de stabilire a variației presiunii la curgerea bifazică în conducte, teoria Gurbanov și Dadaș-zade [5], care, deși mai puțin elaborată, are la bază și experiențe efectuate în spații inelare, și o metodă mai simplă, directă, care acceptă pentru gradientul presiunii de frecare un coeficient al rezistențelor hidraulice $\lambda = const.$

Aplicabilitatea metodelor propuse a fost verificată pentru cîteva adîncimi, la forarea unui puț minier în bazinul Baraolt. În limitele de precizie a datelor măsurate, cea mai adecvată pare să fie metoda Beggs și Brill. În unele cazuri, intersecția curbei de presiune a amestecului cu cea a lichidului neaerat a coincis practic cu adîncimea de injecție reală (fig. 3). Suficient de precisă este și metoda directă, cu $\lambda = 0{,}04$.

S-a studiat cu ajutorul celor trei metode lefectul diverșilor factori asupra variației presiunii din conducta de amestec și, în consecință, asupra presiunii și adîncimii de injecție a aerului.

La creșterea gradului de aerare, pentru un debit de lichid dat, presiunea scade datorită micșorării densității amestecului (fig. 1*c*). Dar la rații de aerare ridicate tendința se inversează și presiunea începe să crească ca urmare a amplificării frecărilor și a gradientului de presiune cinetic.

Pentru aceleași debite de lichid și aer, presiunea scade cu diametrul conductei de evacuare

* În toate figurile 2—10 s-a utilizat în calcule un noroi cu densitatea $\rho_l = 1250$ kg/m³, viscozitatea plastică $\eta_p = 12$ cP și $\tau_0 = 5$ N/m². Cu D_1 s-a notat diametrul interior și cu D_2 diametrul exterior al spațiului inelar prin care se evacuează amestecul aer-lichid-detritus.

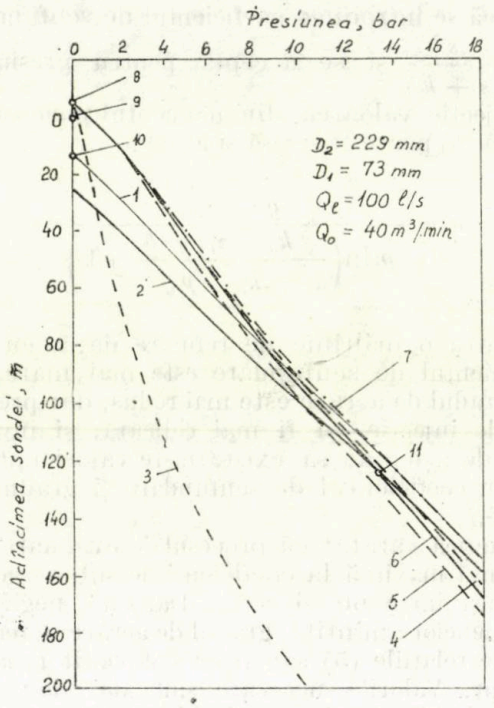


Fig. 3. Curbele de presiune pentru forajul cu aer-lift al puțului minier nr. 1 Baraolt, la adîncimea de 235 m:
1 — presiunea hidrostatică; *2* — presiunea lichidului neaerat în timpul circulației; *3* — presiunea amestecului aer-lichid, calculată cu formula simplificată (5); *4* — idem cu metoda directă, $\lambda = 0{,}04$ și 5 — $\lambda = 0{,}03$; *6* — cu metoda Beggs și Brill; *7* — cu metoda Gurbanov-Dadașzade; *8* — punctul de evacuare; *9* — nivelul mesei rotative; *10* — nivelul lichidului în puț; *11* — punctul real de injecție a aerului

stabilizîndu-se la o anumită valoare (fig. 4). Adeseori, la un debit de aer disponibil, singura modalitate de creștere a debitului de lichid evacuat o constituie mărirea secțiunii de curgere.

Presiunea în conducta de amestec și, corespunzător, presiunea și adîncimea de injecție cresc cu densitatea lichidului și ceva mai puțin pregnant cu viscozitatea lui.

Pînă la un anumit grad de aerare, debitul de lichid antrenat este zero, apoi crește rapid

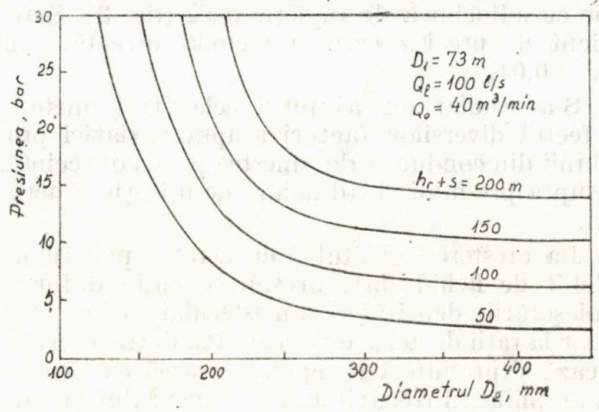


Fig. 4. Influența mărimii secțiunii de curgere asupra presiunii amestecului aer-lichid la diverse lungimi ale conductei de amestec

pînă la o valoare maximă. Încercarea de a evacua debite mai mari de lichid prin mărirea debitului de aer conduce la un efect contrar: cresc căderile de presiune datorită frecărilor și accelerării amestecului și debitul de lichid se diminuează (fig. 5).

Debitul de lichid crește pînă la o anumită valoare cu adîncimea de scufundare a punctului de injecție a aerului și scade cu înălțimea de refulare (fig. 6).

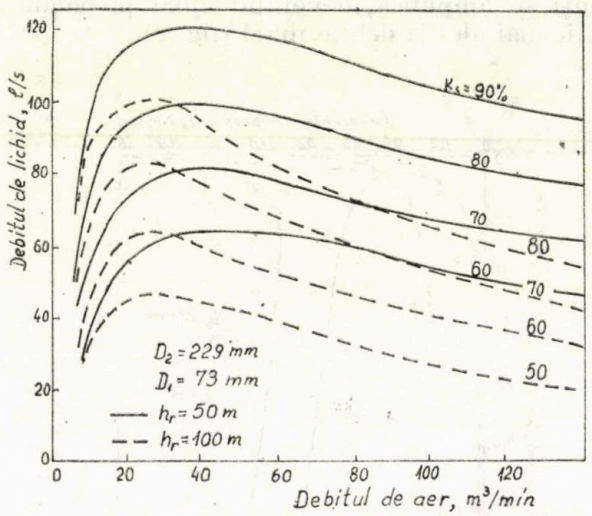


Fig. 5 Influența debitului de aer asupra debitului de lichid evacuat pentru diverși coeficienți de submergență, la două înălțimi de refulare

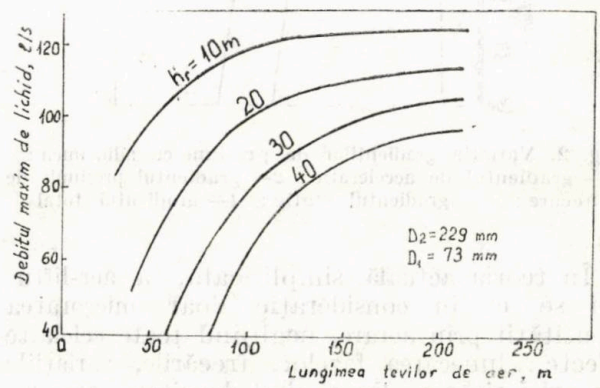


Fig. 6. Influența adîncimii de scufundare a țevilor de aer asupra debitului maxim de lichid evacuat la diferite înălțimi de refulare

Pe măsura adîncirii sondei, cu menținerea constantă a adîncimii de injecție și a debitului de aer, debitul de lichid evacuat se reduce ușor datorită creșterii căderilor de presiune din porțiunea neaerată a circuitului. Pentru a menține debitul de lichid antrenat trebuie mărit treptat coeficientul de scufundare.

III. Parametrii de lucru

Pentru condițiile concrete date — adîncimea și diametrul găurii de sondă, înălțimea de refu-

lare, viteza de avansare a sapei, natura, densitatea și proprietățile reologice ale fluidului de circulație — trebuie stabiliți următorii parametri :

— debitul de lichid Q_l ;

— adîncimea punctului de injecție (submergența s sau lungimea coloanei de amestec $s + h_r$) ;

— debitul de aer, în condiții normale, Q_0 sau gradul de aerare a ;

— presiunea de injecție p_i și cea de refulare la compresoare p_c ;

— puterea, tipul și numărul compresoarelor ;

— debitul și presiunea de pompare dacă se utilizează și o circulație suplimentară de noroi ;

— dimensiunile transversale ale canalelor de circulație, pentru lichidul aerat și neaerat, încărcat cu detritus, și pentru alimentarea cu aer.

Numărul mare de parametri reclamă ca o parte dintre ei să fie impuși, pe considerente empirice, constructive sau tehnologice.

Dimensiunile transversale ale garniturii se determină din rațiuni de rezistență la tracțiune și torsiune, dar care să asigure evacuarea debitului de lichid propus. În acest sens, viteza lichidului neaerat trebuie să fie de ordinul 2 — 3 m/s. La viteze mai mari, căderile de presiune cresc rapid și debitul de lichid antrenat se reduce.

Debitul de lichid se stabilește astfel, încît să fie asigurate spălarea tălpii și a sapei și evacuarea detritusului la suprafață.

La sondele cu diametre mari, în urma experienței existente, debitul de lichid necesar spălării tălpii :

$$Q = (25 - 50)D_s, \qquad (7)$$

cu Q_l în l/s și diametrul sapei D_s în m (valori superioare la viteze de avansare mai ridicate, în roci plastice).

În ceea ce privește evacuarea, dacă se acceptă o *încărcare* cu detritus a noroiului de 2% și o viteză de lunecare a particulelor de rocă în lichid egală cu 20% din cea de ridicare,

$$Q_l = 13D_s^2 v_m, \qquad (8)$$

cu Q_l în l/s, D_s în m și viteza mecanică v_m în m/h.

Rămîn de stabilit : debitul de aer, adîncimea și presiunea de injecție (presiunea de refulare, tipul și puterea compresoarelor sînt rezultante ale acestora.) Nu trebuie uitat, totuși, că debitul de lichid antrenat este determinat de factorii cunoscuți : debitul de aer și adîncimea de injecție, dimensiunile țevilor de evacuare, înălțimea de refulare, proprietățile lichidului de circulație. Din păcate, nici una dintre teoriile ascensiunii sistemelor bifazice nu permite determinarea directă a debitului de lichid pentru anumite condiții date : construirea curbelor de variație a presiunii în sistemul bifazic necesită cunoașterea inițială a debitelor ambelor faze.

IV. Criterii de eficiență

Pentru a determina cei patru parametri de bază ai aer-liftului — Q_l, Q_0, s și p_i — dispunem doar de ecuația lui Bernoulli și o corelație semiempirică ce permite stabilirea presiunii în conducta de amestec. Unul dintre parametri trebuie impus, iar al doilea reclamă existența unui criteriu de eficiență.

Studiile efectuate au pus în evidență trei criterii de eficiență, a căror optimizare permite aflarea parametrilor optimi ai circulației cu aer-lift.

1. *Criteriul adîncimii de injecție.* Pentru un debit de lichid dat, există un debit optim de aer la care adîncimea de injecție și, corespunzător, presiunea de injecție și cea de refulare la compresoare sînt minime (fig. 7). Pe măsură ce gradul de aerare a lichidului crește, densita-

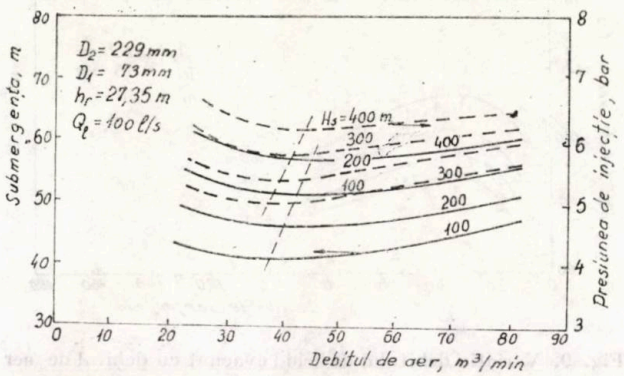


Fig. 7. Variația submergenței și a presiunii de injecție cu debitul de aer la diverse adîncimi ale sondei

tea amestecului se micșorează, presiunea în conducta de amestec scade și intersecția cu linia presiunii lichidului din prăjini are loc la o adîncime mai mică (fig. 1*c*). La debite de aer mari, deși densitatea amestecului continuă să scadă, cresc pronunțat frecările datorită amplificării debitului total al celor două faze, precum și ponderea gradientului de presiune cinetic. Din aceste motive, tendința de variație a presiunii în conducta de amestec se inversează și adîncimea de injecție începe să crească.

Debitul optim de aer și submergența corespunzătoare cresc cu debitul de lichid (fig. 8), cu înălțimea de refulare și cu adîncimea sondei.

Criteriul permite alegerea unor compresoare cu presiunea maximă de refulare scăzută sau exploatarea lor la o presiune redusă.

2. *Criteriul debitului de lichid.* La o adîncime de scufundare a țevilor dată, există un debit optim de aer pentru care debitul de lichid

evacuat este maxim (fig. 9). Debitul optim de aer este ceva mai mic decît cel care conduce la o submergență minimă. El crește ușor cu adîncimea sondei și cu înălțimea de refulare,

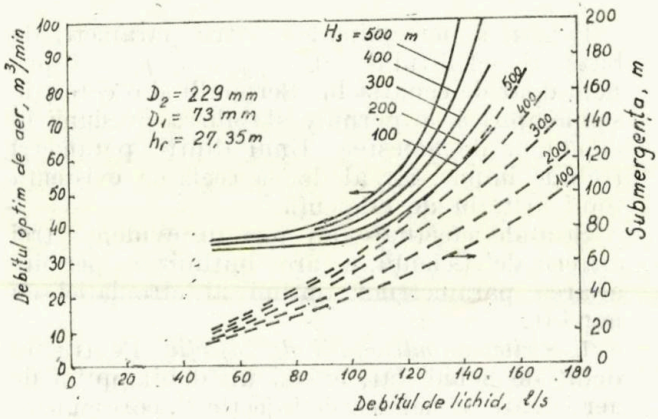


Fig. 8. Variația debitului optim de aer și a submergenței necesare cu debitul de lichid

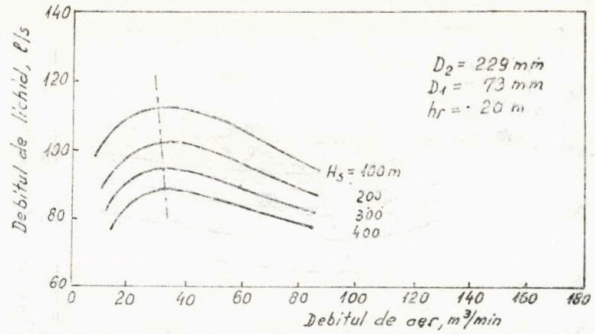


Fig. 9. Variația debitului de lichid evacuat cu debitul de aer

iar debitul maxim de lichid crește cu gradul de scufundare (fig. 5) și scade cu adîncimea sondei.

3. *Criteriul randamentului* La un debit disponibil de aer, există o adîncime de injecție căreia îi corespunde un randament maxim al procesului de evacuare. Randamentul este definit ca raport între puterea utilă, efectuată pentru ridicarea lichidului la înălțimea de refulare h_r, și puterea compresoarelor P_c:

$$\eta_l = \frac{\rho_l \cdot g \cdot h_r \cdot Q_l}{P_c}. \qquad (9)$$

În figura 10 se remarcă existența unei submergențe optime la care randamentul este maxim. Sînt figurate și debitele de lichid evacuate la diverse submergențe, precum și coeficienții de scufundare pentru înălțimea de refulare admisă. Randamentul evacuării este destul de scăzut și se înrăutățește pe măsura adîncirii sondei.

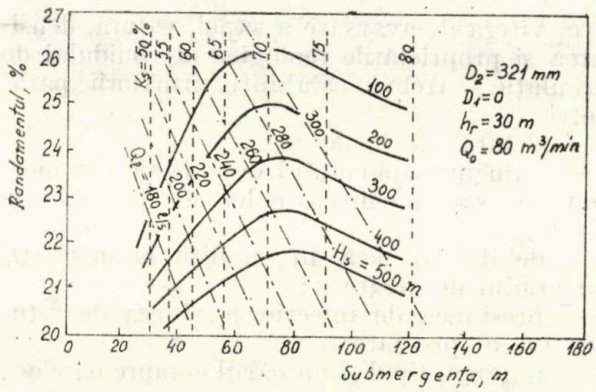


Fig. 10. Variația randamentului de ridicare cu submergența

Concluzii

1. Metoda simplificată aplicată în prezent la determinarea parametrilor de lucru la circulația cu aer-lift este nesatisfăcătoare.

2. Metodele existente pentru proiectarea exploatării sondelor de petrol prin gaz-lift sînt aplicabile și la evacuarea noroiului prin aer-lift. Sînt necesare însă verificări suplimentare în șantier și mai ales experiențe de laborator pentru precizarea corelațiilor empirice ce intervin în teoria ascensiunii amestecurilor aer-noroi.

3. S-a pus în evidență existența unor criterii de optimizare ce permit, pentru anumite condiții date, să se stabilească valorile optime ale parametrilor regimului de circulație: debitul de lichid evacuat, debitul de aer injectat, adîncimea de scufundare a țevilor de aer și presiunea de injecție. Utilizarea unuia sau altuia dintre criterii este condiționată de necesitățile sau posibilitățile existente.

4. Numărul mare de parametri ce intervin și corelațiile semiempirice dintre ei impun elaborarea și utilizarea unui program de calcul aplicabil tuturor condițiilor ce pot fi întîlnite.

Bibliografie

[1] Macovei, N., *Hidraulica forajului*, Ed. tehnică, București, 1983.

[2] Popescu, C. *Extracția țițeiului prin erupție artificială*. Ed. tehnică, București, 1977.

[3] Beggs, H. D., Brill, J. P. *A study of two-phase flow in inclined pipes*. Jour. Petr. Tech., mai 1973, p.607.

[4] Heim Mike, *A P calculator program for multiphase flow analysis in pipelines, casing, and tubing*, Oil and Gas Jour., 9 și 16 aug. 1982.

[5] Gurbanov, R. S., Dadașzade, M. A. *Dvijenie gazojidkostnih smesei v krugloi trube i kolțevom prostranstve*. Neft. hoz., febr. 1981, p. 18.

Progonzarea stărilor de agregare ale sistemelor de hidrocarburi fluide în procesele de exploatare folosind datele analizelor geochimice şi fizico-chimice

Prof. dr. ing. I. D. Pârcălăbescu
Institutul de petrol şi gaze, Ploieşti
K.K. Ismailov candidat în ştiinţe tehnice
Institutul de petrol Baku*)

În procesul exploatării zăcămintelor de hidrocarburi fluide apare ca necesar controlul continuu asupra stării energetice a sistemului.

Folosind informaţia fizico-chimică şi geologo-tehnică şi utilizînd metodele matematice de diagnosticare, este posibil să se stabilească starea de agregare a sistemelor naturale de hidrocarburi, presiunea de saturaţie, regimul de exploatare şi multe altele. În modul acesta se asigură posibilitatea unei intervenţii active în procesul de exploatare, cu scopul optimizării lui, în vederea obţinerii unor factori de extracţie de mărime ridicată.

Zăcămintele de hidrocarburi fluide sînt sisteme polare pentru că mediul solid porosfisurat-permeabil al lor este un sistem polar, iar fluidele care saturează structurile porosfisurat-permeabile sînt, de asemenea, polare. În condiţii de zăcămînt, în procesele de exploatare, între aceste medii se desfăşoară un activ schimb ionic, care modifică continuu starea fizico-chimică a sistemelor [10; 11; 14]. Ca ilustrare a acestor transformări structurale s-au adus determinările roentgenostructurale şi chimico-spectrale, care demonstrează modificările care au influenţat comportarea indicilor de productivitate în modelele ce simulau, pentru condiţiile din zăcămînt, procesele de exploatare.

Din acest punct de vedere, în prezent apare ca indicată elaborarea unor metode de diagnosticare, de control şi reglare a parametrilor tehnologici de bază ai exploatării, folosind indicatorii geochimici şi fizico-chimici ai sistemelor multicomponente.

Rezolvarea adecvată a problemelor menţionate necesită studierea şi lărgirea experienţei obţinute din exploatarea zăcămintelor de hidrocarburi fluide pentru care există o largă informaţie, pentru ca pe baza concluziilor desprinse să putem lărgi sfera de acţionare şi control şi asupra zăcămintelor pentru care gradul de informare este slab sau lipseşte.

În prezent, pentru studierea stărilor de agregare ale sistemelor de hidrocarburi fluide şi proceselor care au loc în aceste zăcăminte, se preconizează folosirea metodelor de diagnosticare, care utilizează datele informaţiilor obţinute din procesele de exploatare, atît cele directe, cît şi cele indirecte. Pe baza acestor informaţii (asupra debitelor de fluide, analizelor fizico-chimice ale ţiţeiurilor, gazelor şi apelor, asupra presiunilor de la gura sondelor, a temperaturilor ş.a.), în ultimul timp, sub conducerea academicianului Mirzadjanzade A.H. s-au desfăşurat ample lucrări [2; 3; 4; 6; 7; 8; 9; 15] pentru crearea de noi metode de diagnosticare, privind controlul şi reglarea parametrilor de bază ai proceselor de exploatare. Utilizarea teoriei matematice a experimentului în studierea acestor procese de exploatare [6] va permite creşterea substanţială a eficienţei cercetărilor.

De-a lungul timpului de exploatare a zăcămintelor de hidrocarburi fluide s-au acumulat foarte multe date a căror utilizare mai eficientă ar putea, în mare măsură, să ridice eficacitatea proceselor de exploatare. Mai trebuie avut în vedere şi faptul că procesele de exploatare ale zăcămintelor de hidrocarburi fluide sînt procese de lungă durată şi deosebit de complexe, a căror modelare, în condiţii de laborator, nu totdeauna este posibilă.

În prelucrarea datelor statistice este necesar să se dispună de un volum însemnat de informaţii reprezentative. În această situaţie se poate face apel la metodele de diagnosticare, cu ajutorul cărora se poate realiza clasificarea obiectelor pe grupe. În rezolvarea problemei identificării obiectelor sau în clasificarea obiectelor pe grupe, se pot utiliza diferite modele de adaptare. Utilizarea metodelor de diagnosticare pe baza acestor modele deschide largi perspective pentru rezolvarea multor probleme, cum ar fi clasificarea zăcămintelor după tipul capcanelor, după rezerve, după factorul de extracţie ş.a. Asemenea clasificări facilitează rezolvarea multor probleme care au mare însemnătate în domeniul explorării şi în cel al exploatării zăcămintelor de hidrocarburi fluide.

Influenţa diferiţilor parametri asupra indicatorilor exploatării se poate aprecia deci pe baza calculului informaţional asupra acestor indicatori. Pentru acest calcul este comodă utilizarea criteriului Kulbak [5; 1].

Ca ilustrare a acestor posibilităţi se prezintă mai întîi metodica pentru determinarea nivelu-

*) Cercetător ştiinţific principal la catedra de proiectarea exploatării zăcămintelor de hidrocarburi, condusă de academician Mirzadjanzade A.H.

lui energetic al sistemului de hidrocarburi în condiții inițiale de zăcămînt, folosind informațiile obținute din cercetarea geochimică a unui număr însemnat de țițeiuri din România [12; 13], pe baza următoarelor date :

— conținutul de carbon parafinic, C_P,
— conținutul de carbon naftenic, C_N, %,
— conținutul de carbon aromatic, C_A, %,
— procentul de distilat, d pînă la 200°C,
— temperatura de zăcămînt, T, °C,
— rația inițială de soluție, r_0, m^3_N/m^3.

În lucrările [12; 13] s-a arătat că, pe măsura creșterii energiei de transformare termocatalitică a sistemelor naturale de hidrocarburi, țițeiurile, în clasificarea C. Creangă, ocupă în diagrama de stare locurile menționate în figura 1. Se poate observa ușor că la nivelele ridicate de presiune și temperatură se integrează țițeiu-

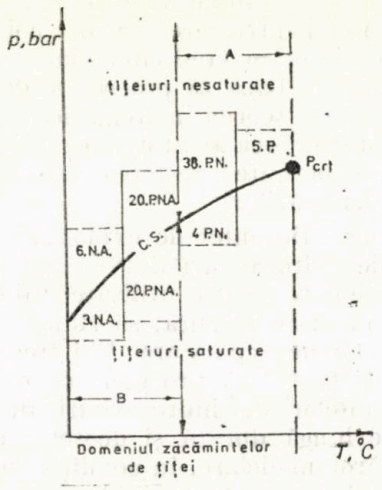


Fig. 1. Distribuția țițeiurilor pe clase geochimice, clasificarea C. Creangă, funcție de nivelul energetic al transformărilor termocatalitice :
NA — țițeiuri naften-aromatice ;
PN — țițeiuri parafin-naftenice,
PNA — țițeiuri parafin-naften-aromatice ;
P — țițeiuri parafinice,
CS — curba de saturație ;
P_{crt} — punctul critic.

rile din clasele parafinică și parafin-naftenică, și la nivelele medii și modeste de transformare energetică se situează țițeiurile din clasele parafin-naften-aromatică și naften-aromatică. Starea de nesaturare sau saturare a sistemelor naturale de hidrocarburi la deschiderea zăcămintelor depinde și de faptul dacă volumul zăcămîntului de-a lungul timpului geologic a rămas ermetic sau nu.

Pe baza datelor din lucrările [12; 13] pentru care s-a dispus atît de datele cercetării geochimice, cît și de informații asupra temperaturii de zăcămînt, presiunii de zăcămînt și de saturație, s-a alcătuit tabelul 1 și figura 1.

Modelul matematic își propune scindarea probelor în două grupe A și B, prima pentru energiile ridicate de transformare, adică clasele P și PN, iar a doua grupă pentru energiile moderate și mici, adică clasele PNA și NA. În continuare, s-a realizat scindarea grupelor folosind indicatorii din tabelul 2. De exemplu, să luăm indicatorul r_0 și să-l divizăm în zece intervale, așa cum se ilustrează în coloana 1 din tabelul 3. Următoarele două coloane conțin datele frecvențelor de participare. Coloanele 4 și 5 conțin valorile frecvențelor relative (probabile) exprimate procentual. Pentru a reduce la minimum influența alegerii limitelor intervalelor asupra rezultatelor, pentru fiecare interval se determină frecvențele medii ponderate, variabile (coloanele 7 și 6). Pentru aceasta, conform metodicii [5] se ia în considerare frecvența indicatorului dat, în patru diapazoane vecine, după relația :

$$\bar{y}_i = (y_{i-2} + 2y_{i-1} + 4y_i + 2y_{i+1} + y_{i+2}) : 10.$$

În continuare se determină $\bar{y}_A/\bar{y}_B$ și CD—coeficientul de diagnosticare dat de relația :

$$CD = 10 \lg \bar{y}_A/\bar{y}_B.$$

În mod analog au fost determinate CD-urile pentru toți ceilalți indicatori aleși, care sînt trecuți în tabelul 2. În continuare, folosind aceeași metodică, s-au calculat mărimile pentru CD-urile probelor menționate în tabelul 1.

Folosind aceste dependențe, în figura 2 s-a trasat histograma care indică distribuția țițeiurilor după mărimile coeficientului de diagnosticare, folosind datele pentru cele 96 de sonde din tabelul 1.

După alura histogramei se pot separa distinct două grupe, grupa B a mărimilor negative pentru CD, mai scăzute de (—4) și a doua —grupa A a mărimilor pozitive, unde CD este mai mare decît (+2).

Comparînd distribuția din histogramă cu datele geochimice și fizice folosite în tabelul 1, se poate reține că grupa A aparține țițeiurilor puternic transformate energetic, adică celor din clasele P și PN, iar grupa B include țițeiurile mai slab transformate energetic, adică cele din clasele PNA și NA.

Această modelare fizico-matematică permite ca pe baza indicatorilor din tabelul 1, și anume : procentul de distilat pînă la 200°C (indicatorul d), rația inițială de soluție r_0 și temperatura de zăcămînt T, parametri ce se pot determina ușor în practica curentă, să putem diagnostica nivelul energetic la care se află sistemul de hidrocarburi fluide la începutul exploatării. Acesta este un element deosebit de important, pentru că de nivelul energetic depinde capacitatea regimului de exploatare, cu care alcătuim proiectul de prevedere a exploatării respectivelor zăcăminte.

Tabelul 1

Diagnosticarea nivelului energetic

Nr.	Zăcământul-sonda	Clasa țițeiului clasif. C. Creangă	Grupa A sau B	d, %	r_0, m^3_N/m^3	T, °C	CD	Nr.	Zăcământul-sonda	Clasa țițeiului clasif. C. Creangă	Grupa A sau B	d, %	r_0, m^3_N/m^3	T, °C	CD
1	Dg. Ghercești-303	P	A	55	108	69	10	49	He. Ochiuri-710	PN	A	23	67	55	30
2	Dg. Simnic-226	P	A	55	110	69	10	50	He. Cîmpina-413	PNA	B	30	45	32	—1
3	Dg. Ghercești-124	PN	A	33	63	70	5	51	He. Mislea-111	PNA	B	33	100	32	—7
4	Dg. Simnic-202	PN	A	28	110	69	14	52	Sa. Țicleni-204	PN	A	23	51	63	2
5	Dg. Iancu Jianu-216	PN	A	24	165	100	8	53	Sa. Țicleni-213	PN	A	21	82	63	10
6	Dg. IancuJianu 205	PN	A	28	126	98	13	54	Sa. Cobia-1205	PNA	B	27	72	59	5
7	Dg. Ciurești-140	PN	A	30	84	83	14	55	Sa. Cobia-634	PN	A	20	106	59	12
8	Dg. Ciurești-144	PN	A	30	86	83	14	56	Sa. Cobia-606	PN	A	20	95	60	12
9	Ab. Ciurești-257	PN	A	28	59	77	8	57	Sa. Cartojani-282	NA	B	4	23	66	—8
10	Ab. Glavacioc-523	PNA	B	14	27	68	—7	58	Sa. Cartojani-207	NA	B	4	19	66	—8
11	Ab. Hîrlești-58	NA	B	—	28	48	—14	59	Sa. Videle-801	NA	B	—	4	56	—12
12	Ab. Hîrlești-50	NA	B	—	28	49	—19	60	Sa. Videle-164	NA	B	—	23	54	—12
13	Ol. Slănic-718	PNA	B	19	23	20	—21	61	Sa. Tintea-709	PNA	B	18	185	67	7
14	Ol Slănic-13	PNA	B	19	33	38	—9	62	Sa. Boldești-830	PN	A	25	165	72	7
15	Ol. Dofteana-29	PNA	B	30	50	35	—8	63	Sa. Boldești-700	PN	A	25	137	70	10
16	Ol Moinești-886	PNA	B	21	40	31	—12	64	Sa. Boldești-730	PN	A	26	114	71	14
17	Ol. Moinești-748	PNA	B	22	40	31	—12	65	Sa. Boldești-881	PN	A	24	88	76	15
18	Ol. Moinești-794	PNA	B	24	40	31	—12	66	Sa. Jugureanu-318	PN	A	24	69	59	5
19	Ol. Moinești-1241	PNA	B	32	60	32	—7	67	Me. Moșoaia-194	NA	B	24	35	35	—9
20	Ol. Moinești-1125	PNA	B	32	80	60	8	68	Me. Ludești-585	PNA	B	22	54	47	—2
21	Ol. Moinești-1150	PNA	B	32	120	61	8	69	Me. Bogați-316	NA	B	24	42	55	—6
22	Ol. Lucăcești-797	PNA	B	25	40	31	—12	70	Me. Bogați-306	NA	B	24	42	56	—6
23	Ol. Lucăcești-735	PNA	B	26	40	31	—12	71	Me.Dragomirești-60	PN	A	29	98	65	12
24	Ol. Lucăcești-734	PNA	B	25	40	32	—12	72	Me. Teiș-800	PN	A	26	73	51	8
25	Ol. Zemeș-1230	PNA	B	21	20	26	—18	73	Me. Aninoasa-750	PNA	B	30	76	61	8
26	Ol. Zemeș-294	PNA	B	22	20	26	—18	74	4Me. Moreni-74	PN	A	30	76	50	6
27	Ol. Tazlău-706	PNA	B	20	28	30	—18	75	5Me. Ochiuri-151	PNA	B	23	150	43	—1
28	Ol. Tazlău-603	PNA	B	19	47	33	—18	76	Me. Bolldești-170	PN	A	25	117	70	12
29	Ol. Tazlău-347	PNA	B	22	28	32	—18	77	Me. Urpați-18	PN	A	21	80	41	3
30	Ol. Stănești-384	PNA	B	34	40	39	—11	78	Me. Urlați-165	PN	A	22	83	41	3
31	Ol. Stănești-396	PNA	B	34	40	39	—11	79	Me. Ceptura-34	PN	A	25	80	41	3
32	Ol. Geamăna-4	PNA	B	43	65	30	—9	80	Me. Ceptura-209	PN	A	19	80	41	3
33	Ol. Geamăna-2	PNA	B	46	65	30	—11	81	Me. Ceptura-97	PN	A	23	80	41	3
34	He. Țicleni-216	PN	A	27	75	63	10	82	Me. Arbănași-97	PNA	B	27	15	26	—18
35	He. Țicleni-415	PN	A	26	124	62	10	83	Me. Arbănași-97	PNA	B	27	15	26	—18
36	He. Țicleni-376	PN	A	24	90	62	12	84	Me. Berca-5	PNA	B	30	30	36	—17
37	He. Bilteni-225	PNA	B	20	154	64	5	85	Me. Berca-59	PNA	B	10	38	40	—11
38	He. Bilteni-457	PN	A	21	147	63	5	86	Me. Grăjdana-14	PN	A	11	68	68	6
39	He. Băbeni-63	PN	A	21	67	42	1	87	Me. Grăjdana-7	PN	A	9	85	68	10
40	He. Băbeni-795	PN	A	14	64	36	—3	88	Me. Drăjdana-4	PN	A	9	85	69	12
41	He. Băbeni-750	PN	A	19	67	42	1	89	Me. Bucșani-71	P	A	38	120	66	10
42	He. Băbeni-702	PN	A	35	67	46	—1	90	Me. Bucșani-72	P	A	34	120	66	10
43	He. Moșoaia-193	PN	A	35	35	35	—1	91	Me. Bucșani-57	P	A	32	120	66	10
44	He. Hințești-124	PNA	B	18	30	35	—9	92	Me. Cobia-141	PN	A	22	83	59	10
45	He. Bogați-64	PNA	B	32	52	50	—2	93	Me. Cobia-186	PN	A	22	83	59	10
46	He. Cobia-686	PNA	B	33	95	60	10	94	Me. Glîmbocelu-202	PNA	B	22	50	52	0
47	He. Teiș-220	PN	A	24	76	61	10	95	Me. Glîmbocelu-204	PNA	B	22	50	52	9
48	He. Teiș-662	PN	A	25	76	60	10	96	Me. Leordeni-130	PNA	B	21	75	53	8

Dg. — dogger; Ab. — albian; Ol. — oligocen; He. — helveţian; Sa. — sarmaţian; Me. — meoţian

Pentru proiectarea regimurilor de exploatare şi în scopul exploatării raţionale a zăcămintelor de ţiţei, este necesară cunoaşterea parametrilor termodinamici, care determină starea de agregare a amestecurilor de hidrocarburi fluide în condiţiile din zăcământ.

Unul dintre cei mai importanţi parametri este presiunea de saturaţie, care influenţează, pe de o parte, regimul de funcţionare a sondelor, şi în mod deosebit determină regimul de exploatare a zăcământului. De aceea corecta determinare a mărimii acestui parametru şi posibilitatea de influenţare a lui în procesele de exploatare au o mare importanţă practică [2; 13].

Tabelul 2

Determinarea coeficienților de diagnosticare *CD* pentru indicatorii r_0, T, d

Indicatorul r_0		Indicatorul T		Indicatorul d	
Mărimile intervalelor	*CD*	Mărimile intervalelor	*CD*	Mărimile intervalelor	*CD*
⩽30	—12	⩽25	—10	⩽10	—1
31— 44	—6	26—33	—7	11—14	0
45— 58	—2	34—41	—4	15—19	1
59— 72	1	42—49	—1	20—24	1
73— 86	6	50—57	1	25—29	1
87—100	8	58—65	3	30—34	—1
101—114	8	66—73	5	35—39	—1
115—128	6	74—81	6	40—44	—3
129—142	4	82—89	9	45—49	—5
>142	1	>89	6	>49	—3

Tabelul 3

Calcularea criteriilor de diagnosticare pentru fiecare interval al indicatorului raţie de soluţie iniţială r_0

Intervalele	Frecvența de participare		Frecvența, %				$\frac{\bar{y}_A}{\bar{y}_B}$	*CD*
			relativă		medie ponderată			
	Grupa A	Grupa B	y_A	y_B	$\bar{y}_A$	$\bar{y}_B$		
—	0	0	0	0	0	3	—	—
—	0	0	0	0	**1**	9	—	—
<30	0	16	0	32	1	20	0,06	12
31— 44	3	15	6	30	5	22	0,23	6
45— 58	1	7	2	14	10	17	0,60	—2
59— 72	10	3	21	6	13	10	1,30	1
73— 86	15	4	33	8	22	6	3,66	6
87—100	4	1	9	2	17	3	5,66	8
101—114	5	0	11	0	22	2	6,00	8
115—128	5	1	11	2	8	2	4,00	6
129—142	1	0	2	0	5	2	2,50	4
<142	3	3	5	6	4	3	1,33	1

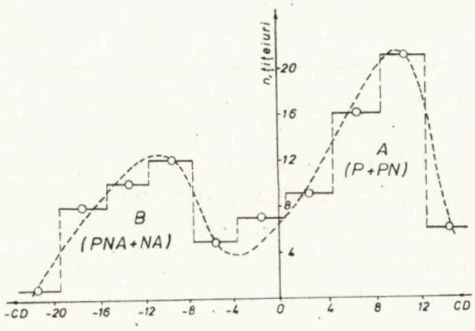


Fig. 2. Distribuţia ţiţeiurilor după mărimile coeficientului de diagnosticare

Printr-un număr însemnat de cercetări s-a stabilit că variaţia conţinutului hidrocarburilor din faza gazoasă şi, de asemenea, proprietăţile fizico-chimice ale fazei lichide determină, în mod deosebit, mărimea presiunii de saturaţie.

În continuarea problematicii puse se prezintă rezultatele experimentelor de laborator asupra determinării variaţiilor proprietăţilor termodinamice ale amestecurilor la diferite trepte de presiune. Pentru realizarea experienţelor s-au alcătuit amestecuri de lichide cu diferite rapoarte de octan+hexan. În calitate de agent de contactare a fost folosit un gaz, care avea următoarea compoziţie :

Conţinutul, % mol						ρ_g, kg/m³
C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	
94,46	2,34	1,57	1,00	0,55	0,08	0,790

În dependenţă de conţinutul iniţial al sistemului au fost efectuate patru serii de experienţe (tab. 4). După ce sistemul s-a stabilizat în autoclava PVT, s-a trecut la determinarea presiunii de saturaţie, care pentru experienţele efectuate reprezenta : 6,0 ; 7,6 ; 4,2 ; 4,0 MPa. După determinarea presiunii de saturaţie presiunea în autoclavă s-a ridicat la 30 MPa şi s-a efectuat, printr-o serie descrescătoare de trepte de presiune, modificarea sistemului. La fiecare treaptă de presiune (la 30,0 ; 25,0 ; 20,0 ; 15,0 ; 10,0 ; 5,0 MPa) au fost luate probe de gaze şi amestec de octan+hexan, pentru determinarea conţinutului lor în hidrocarburi şi pentru stabilirea parametrilor termodinamici ai sistemului. Rezultatele determinărilor, obţinute pentru fiecare experiment, sînt redate în tabelul 4. Datele din tabel au fost folosite pentru alcătuirea modelului de prognozare în determinarea presiunii de saturaţie.

Problema pusă, a aflării $p_{sat} = f(X_i)$, a putut fi rezolvată [2] folosind metoda calculului de grup al argumentelor, care utilizează ideia autoorganizării euristice, permiţînd obţinerea modelului compoziţional-optim pe baza unei cantităţi nu prea mari de informaţii, în acest mod neapărînd ca necesară utilizarea unor presupuneri asupra structurii acestui model. Descrierea metodei şi fundamentarea ei teoretică sînt expuse în lucrarea [1]. Cu ajutorul calculatorului Minsk 32, utilizînd un program special cunoscut sub denumirea de metoda calculului de grup al argumentelor, s-a obţinut următoarea ecuaţie :

$$p_{sat} = a_1 + \frac{a_2}{X_1 X_2^2}\left[\frac{X_3 X_4}{X_5} - \frac{a_3}{X_6}\right]$$

unde :

X_1 — densitatea amestecului fazei lichide (ρ_{am}), $X_1 = 10^{-3} \cdot \rho_{am}$,

X_2 — densitatea fazei gazoase (ρ_g), kg/m^3,

X_3, X_4, X_5 — conţinutul de metan, propan, butan, % mol.

X_6 — raţia de gaze, m^3_N/m^3.

$a_1 = 133{,}1$; $a_2 = 0{,}01$; $a_3 = 186{,}622$.

Mărimile presiunii de saturaţie determinate cu ajutorul ecuaţiei empirice propuse sînt redate în tabelul 4, din care rezultă că mărimile prognozate pentru presiunea de saturaţie sînt concordante cu mărimile experimentale, la toate treptele de presiune, abaterea medie nedepăşind 4%.

care şi determină indicatorii tehnico-economici ai exploatării. De aceea posibilitatea determinării regimului de exploatare a zăcămîntului are o mare însemnătate atît în proiectarea exploatării, cît şi în analiza procesului de exploatare [3 ; 4 ; 7 ; 13].

O problemă de actualitate este determinarea regimului de exploatare folosind informaţia indirectă. Ca informaţie este indicat să se folosească datele asupra conţinutului gazelor solubilizate în ţiţei, deoarece analiza gazelor arată diferenţieri, funcţie de regimurile de exploatare din zăcămînt, în aceleaşi condiţii termodinamice.

În scopul desprinderii posibilităţilor de diagnosticare a regimului de exploatare a zăcămîntului, după variaţia conţinutului componenţilor gazelor, au fost colectate şi sistematizate [4]

Tabelul 4

Rezultatele analizelor gazelor şi prognozarea presiunilor de saturaţie

Treptele de presiune, MPa	Conţinut, % mol						Densitatea amestecului fazei, lichide, kg/m^3_N	Densitatea fazei gazoase, kg/m^3_N	Raţia de gaze, m^3_N/m^3	p_{sat_z} prognozată MPa	Abaterea, %
	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6					
Experimentul 1(p_{sat} = 6,0 MPa)											
30,0	96,28	2,22	0,85	0,37	0,28	—	689,7	0,758	62,4	6,34	−5,6
25,0	97,37	1,19	0,88	0,39	0,17	—	691,7	0,746	60,5	5,91	+1,5
20,0	96,94	2,19	0,40	0,23	0,23	—	690,4	0,743	61,7	5,85	+2,5
15,0	96,30	2,66	0,55	0,26	0,23	—	690,9	0,749	54,2	6,17	−2,8
10,0	97,63	1,16	0,76	0,25	0,20	—	691,7	0,742	61,4	6,15	−2,5
5,0	98,01	1,02	0,62	0,14	0,21	—	690,0	0,737	54,2	5,95	+0,7
Experimentul 2(p_{sat}=7,6 MPa)											
30,0	94,37	2,36	0,81	0,18	—	2,28	690,1	0,839	56,7	7,56	+0,5
25,0	94,09	2,40	0,77	0,17	—	2,533	689,5	0,840	55,7	7,28	+4,2
20,0	93,70	2,12	0,82	0,33	—	3,10	698,0	0,844	57,2	7,47	+1,7
15,0	92,59	2,75	0,83	0,22	—	3,6	695,4	0,862	56,1	7,56	+0,5
10,0	94,94	2,16	0,87	0,18	—	1,94	690,8	0,805	54,5	7,84	−3,2
5,0	93,74	2,54	0,72	0,11	—	2,89	689,4	0,386	57,2	7,44	+2,1
Experimentul 3(p_{sat}=4,2 MPa)											
30,0	95,53	2,68	0,75	0,19	—	0,85	682,2	0,769	47,7	4,50	−7,1
25,0	95,40	2,72	0,99	0,15	—	0,74	687,2	0,770	43,2	4,34	−3,3
20,0	95,39	2,79	0,72	0,16	—	0,94	681,6	0,773	42,7	4,01	+4,5
15,0	95,41	2,58	0,71	0,14	—	1,16	683,1	0,773	43,1	4,10	+2,3
10,0	94,84	2,71	0,84	0,13	—	1,48	683,3	0,783	43,1	4,43	−5,4
5,0	94,78	2,58	0,75	0,14	—	1,82	682,7	0,779	4,34	4,04	+4,7
Eperimentul 4 (p_{sat}=4,0 MPa)											
30,0	95,47	2,58	0,78	0,18	0,02	1,01	679,0	0,779	42,6	3,75	+6,2
25,0	93,79	3,33	0,18	0,24	0,03	1,43	678,7	0,799	42,3	3,88	+3,0
20,0	94,54	2,76	0,81	0,21	0,03	1,65	676,7	0,791	42,4	3,83	+4,2
15,0	92,81	2,22	0,75	0,21	0,01	4,00	678,1	0,833	41,8	4,36	−9,0
10,0	93,56	2,17	0,71	0,18	0,05	3,33	677,6	0,836	41,4	4,18	−4,5
5,0	94,63	2,36	0,74	0,19	0,01	2,07	679,1	0,799	42,3	3,90	+2,5

Metodica preconizată arată că presiunea de saturaţie se poate prognoza folosind compoziţia chimică a fazelor, pe de o parte, iar, pe de altă parte, metodica arată că presiunea de saturaţie poate, fi influenţată în procesele de exploatare, cînd complementăm cu energie din exterior sistemul în lucru.

În procesul de exploatare a zăcămintelor de ţiţei rol hotărîtor are regimul de exploatare, datele analizelor de gaze, de la începutul exploatării, pentru 85 de sonde de pe zăcămîntul Kiursangia (Azerbaidjan). Regimul de exploatare a zăcămîntului, stabilit pe baza informaţiilor geologice şi tehnice şi cercetării sondelor, a fost cel mixt, în unele zone a avut loc ieşirea gazelor din soluţie, şi anume în partea centrală a zăcămîntului unde influenţa împingerii apelor adiacente nu s-a simţit, partea dinspre sin-

clinal aflîndu-se sub influenţa împingerii elastice a acviferului adiacent.

Analiza cu ajutorul metodei clasificării rangului, asupra componenţilor fazei gazoase în scopul determinării regimului de exploatare la zăcămîntul analizat, a permis scindarea sondelor în două grupe : a regimului elastic al împingerii acviferului adiacent şi a regimului ieşirii gazelor din soluţie. În modul acesta se determină suma rangurilor pentru regimul de gaze dizolvate, sub 18 unităţi, şi pentru regimul elastic peste 18 unităţi. Intervalele de variaţie ale mărimilor şi rangurilor corespunzătoare sînt prezentate în tabelul 5.

Tabelul 5

Intervalele de variaţie ale fiecărui indicator şi rangurile corespunzătoare

Componenţii	%mol	Rangul	Componenţii	%mol	Rangul
Metan	100—95	5	Butan	1,6—2,0	4
	95—90	4		2,0 şi peste	5
	90—85	3			
	85—80	2	Pentan	0—0,4	1
	80—75	1		0,4—0,6	2
Etan	0—1	1		0,6—0,8	3
	1—2	2		0,8—1,0	4
	2—3	3		1,0 şi peste	5
	3—4	4	Hexan şi superiori	0—1	1
	4 şi peste	5		1—2	2
Propan	0—1,5	1		2—3	3
	1,5—2,0	2		3—4	4
	2,0—2,5	3		4 şi peste	5
	2,5—3,0	4	Bioxid de carbon	0—0,4	1
	3,0 şi peste	5		0,4—0,8	2
Butan	0—0,8	1		0,8—1,2	3
	0,8—1,2	2		1,2—1,6	4
	1,2—1,6	3		1,6 şi peste	5

Abaterea în determinarea regimurilor de zăcămînt după datele iniţiale şi de control este sub 5%. În modul acesta diagnosticarea regimului de exploatare a zăcămîntului, în mod indirect, cu ajutorul analizei gazelor este posibilă.

Spre exemplificare : sonda 43 (orizontul III) se caracterizează prin următorul conţinut de gaze : C_1 — 88,75%, C_2 — 3,26%, C_3 — 2,58%, C_4 — 1,42%, C_5 — 0,44%, C_6 — 2,18%, CO_2 — 1,27%. Sonda indicată, după datele analizei geologo-tehnice, se află în zona de acţionare a regimului elastic. În concordanţă cu datele tabelului 5 se calculează suma rangurilor (ΣR) pentru componentele fazei gazoase :

$$\Sigma R = R_{C_1} + R_{C_2} + R_{C_3} + R_{C_4} + R_{C_5} +$$

$$+ R_{C_6} + R_{CO_2} = 1 + 4 + 4 + 3 + 2 + 3 + 4 = 21.$$

Deoarece $\Sigma R = 21 > 18$, înseamnă că regimul de acţionare este cel al destinderii elastice a acviferului adiacent.

Sonda 103 (orizontul III) se caracterizează prin următorul conţinut al fazei gazoase : C_1 — 94,3%, C_2 — 1,53%, C_3 — 1,16%, C_4 — 0,59%, C_5 — 0,17%, C_{6+} — 1,78%, C_{CO_2} — 0,41%. Sonda se află în partea centrală a zonei productive şi după cum indică analiza datelor exploatării în această zonă acţionează regimul ieşirii gazelor din soluţie. În mod analog se determină ΣR :

$$\Sigma R = R_{C_1} + R_{C_2} + R_{C_3} + R_{C_4} + R_{C_5} +$$

$$+ R_{C_6} + R_{CO_2} = 4 + 2 + 1 + 1 + 1 + 2 + 2 = 13.$$

Deoarece $\Sigma R = 13 < 18$, rezultă că regimul este al gazelor dizolvate.

De menţionat este faptul, după cum arată analizele exploatării multor zăcăminte de ţiţei din România şi din U.R.S.S., că în procesele de exploatare, datorită fenomenului de blocare fizico-chimică, consecinţă a schimbului ionic în condiţii de zăcămînt, are loc o diferenţiere a acţionării regimurilor de exploatare, în cadrul aceluiaşi rezervor.

De aceea metoda preconizată a diagnosticării regimurilor de exploatare, care se bazează pe analiza chimică a gazelor, este indicată pentru determinarea regimului de exploatare în diferitele zone ale zăcămîntului.

În vederea identificării regimurilor de exploatare, care funcţionează în acelaşi rezervor, se poate utiliza şi metoda componentelor principale (MCP) [6]. Metoda menţionată permite transferarea a n mărimi întîmplătoare (X_1, X_2,...,X_n), astfel ca în noul sistem de coordonate alegerea a m mărimi întîmplătoare (Z_1, Z_2,...,Z_n) să posede proprietăţi aparte, esenţa cărora constă în independenţa mărimilor întîmplătoare în distribuirea lor în ordinea dispersării descrescătoare.

Determinările, cu ajutorul calculatorului electronic EC-1020, au arătat [6] că pentru clasificarea regimurilor de exploatare erau suficiente criteriile Z_1 şi Z_2. Aceste componente principale Z_1 şi Z_2 posedă acele proprietăţi importante că : ele nu sînt corelate între ele şi sînt mărimi fără dimensiuni.

Rezultatele clasificării grafice $Z_1 = f(Z_2)$ sînt indicate în figura 3.

După cum se poate observa, toate sondele care au intrat în instrucţiune sînt scindate în două grupe, în dependenţă de compoziţia chimică a fazei gazoase. Prin aceasta, în prima grupă au intrat acele sonde care au fost exploatate în regimul elastic de împingere a acviferului.

Au fost verificate şi alte sonde care nu au intrat în instrucţiune, şi rezultatele prognozării, aşa cum se vede în figura 3, au dat de asemenea satisfacţie, concordantă cu datele geologo-tehnice.

Manifestarea zonală a regimurilor de exploatare care acţionează în cadrul aceluiaşi zăcămînt, observată şi în practica exploatării zăcămintelor de ţiţei din România [13], trebuie determinată cu exactitate, pentru a putea interveni în procesul de exploatare, în vederea optimizării lui, şi de aceea metoda preconizată

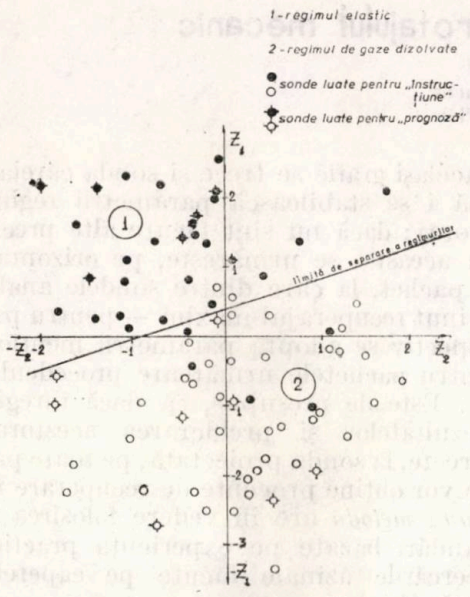


Fig. 3. Clasificarea regimurilor de exploatare a zăcămîntului

apreciem că este foarte utilă activităţii practice.

Bibliografie

[1] Ivahnenko, A. G., Zaicenko, I. P., Dmitriev, V. D. *Priniatie reşenii na osnove samoorganizaţii*. Kiev, Naukova Dumka, 1975.

[2] Ismailov, K. K. *Metod prognozirovania davlenia nasişcenia dlia glubokozalegaiuşcih mestorojdenii*. Izvestia vuzov, Hefti i gaz, nr. 10. 1980,

[3] Ismailov, K. K. *Diagnostirovanie rejimov neftianoi zaleji*. Materiali III naucinoi konferenţii, Baku, 1980.

[4] Ismailov, K. K. *O koreliaţii mejdu rejimom zeleji i sostavom dobîvaemovo gaza*. Materiali III vsesoiuznoi konferenţii po primeneniu veroiatno-statisticeskih metodov v burenii i neftedobîci. Baku, 1981.

[5] Kulbak, S. *Teoria informativnosti i statistika*. Moskva, Nedra, 1967.

[6] Mirzadjanzade, A. H., Stepanova, T. S. *Matematiceskaia teoria eksperimenta v neftedobîce*. Nedra, Moskva, 1977.

[7] Mirzadjanzade, A. H. ş.a. *Vremenoe metodiceskoe rukovodstvo po proektirovaniu i analizu razrabotki neftianih, gazovih i gazokondensatnih mestorojdenii*. Baku, 1980.

[8] Mirzadjanzade, A. H., Ramazanova, E.E. *Metodiceskoe rukovodstvo po opredeleniu tipa zaleji i razmerov neftianih otorocek gazokondensatnih mestorojdenii*. Aşhabad, 1983.

[9] Mirzadjanzade, A. H. ş.a. *Metodiceskoe rukovodstvo po analizu tehnologhiceskih proţesov pri razrabotke neftianih, gazovih i gazokondensatnih mestorojdenii*. Baku, 1983.

[10] Pârcălăbescu, D. I. *Schimbul ionic între mineralele argiloase prezente în unele structuri gazeifere şi fluidele cu care vin în contact*. Buletinul Institutului de petrol şi gaze, vol. XVIII, 1971.

[11] Pârcălăbescu, D. I. *Umflarea mineralelor argiloase polare prin contact cu hidrocarburile polare din condensat şi implicaţii în procesul de exploatare a zăcămintelor*. Buletinul Institutului de petrol şi gaze, vol. XXI, 1974.

[12] Pârcălăbescu, D. I. *Cîteva consideraţii fizico-chimice şi geochimice asupra unor ţiţeiuri din România*. Mine, Petrol şi Gaze, **30**, nr. 10, 1979.

[13] Pârcălăbescu, D. I. *Asupra energiei sistemelor de hidrocarburi fluide în condiţii de zăcămînt*. Mine, Petrol şi Gaze, **30**, nr. 11, 12, 1979.

[14] Pârcălăbescu, D. I. *Interacţiunea bioxidului de carbon cu apele şi rocile colectoare de ţiţei în condiţii de zăcămînt*. Mine, Petrol şi Gaze, **31**, nr. 8, 1980.

[15] * * * *Razrabotka neftianih mestorojdenii pri zaboinom davlenii nije davlenia nasişcenia*. Nedra, Moskva, 1982.

INFORMAŢII

Direcţii ale colaborării ţărilor membre CAER în domeniul metalurgiei neferoase

În perioada 28—30 mai 1985, la Ulan Bator, în Republica Populară Mongolă, a avut loc cea de-a 62-a Şedinţă a Comisiei permanente a CAER privind colaborarea în domeniul metalurgiei neferoase, la care au participat delegaţi din R.P. Bulgaria, R.P. Ungară, R.S. Vietnam, R.D. Germană, R.P. Polonă, R.S. România, U.R.S.S., R.S. Cehoslovacă şi R.S.F. Iugoslavia, reprezentanţi ai Băncii de investiţii a ţărilor membre CAER şi ONU.

Pe lîngă probleme organizatorice, s-au discutat cele mai importante aspecte ale realizării unor măsuri de perspectivă în scopul organizării colaborării tehnico-ştiinţifice pentru obţinerea unor materiale speciale, metale de mare puritate, metale rare şi pămînturi rare, necesare în electronică şi electrotehnică, pînă în anul 2000.

S-au analizat problemele atragerii mai complete în circuitul economic a zăcămintelor de minereuri, ale valorificării complexe a materiei prime, extracţiei integrale a componentelor utile din reziduuri şi halde, valorificării raţionale a minereurilor neferoase.

Comisia permanentă a acordat o atenţie deosebită colaborării în domeniul folosirii economicoase a resurselor energetice, de materii prime şi combustibil, inclusiv a celor secundare.

În acest sens, amintim :

— topirea autogenă a concentratelor de cupru brichetat în cuptoare, în U.R.S.S., care a permis eliminarea completă din proces a cocsului deficitar ; cercetările efectuate în R.P.Polonă au redus consumul de cocs între 10 şi 3—6% din întreaga şarjă ;

— în R.P. Ungară, prin intensificarea electrolizei aluminiului, s-a redus consumul de energie cu 160 kWh/tonă de aluminiu, iar economia anuală de energie este de 12 mil.kWh ;

— în R.S. România, prin introducerea în sistemul de comandă a electrolizei pe bază de microprocesoare, consumul specific de energie electrică a scăzut cu 200 kWh/tonă de aluminiu. Cercetările efectuate în acest sens în U.R.S.S. vor permite automatizarea regimului energetic al electrolizei, conducînd la scăderea cu 2,3—2,6% a consumului de energie electrică.

În ultimul an, introducerea în producţie a cercetărilor tehnico-ştiinţifice realizate în colaborare a permis obţinerea unei însemnate eficienţe economice.

De exemplu :

— în R.P.B., prin perfecţionarea metodelor de exploatare a minereurilor s-a realizat o eficienţă economică de 560 mii leva, în R.D.G. de aproximativ 40 mil. mărci ;

— în R.P.B., prin perfecţionarea schemei şi a regimului de flotaţie, a crescut randamentul de extracţie a zincului cu 2,5%, s-a îmbunătăţit calitatea concentratului, iar eficienţa economică realizată a fost de 225 mil. leva pe an ;

— introducerea unei tehnologii perfecţionate de realizare a tuburilor conductoare obţinute din microaliaje a permis creşterea duratei de exploatare a schimbătoarelor de căldură şi a eficienţei tehnice a acestora, precum şi creşterea productivităţii tuburilor la uzinele de prelucrare a metalelor din R.D.G., R.P.P., U.R.S.S., R.S.C.

În perspectivă, Comisia permanentă a stabilit direcţiile colaborării pentru asimilarea resurselor de materii prime din ţările membre CAER, pentru intensificarea producţiei pe baza progresului realizat în ramură, în vederea satisfacerii integrale a necesităţilor de metale de bază, de materiale semiconductoare, de metale pure şi cu proprietăţi deosebite.

E.S.

Estimarea puterii necesare carotajului mecanic

Conf. dr. ing. **G. Iordache**
Institutul de petrol și gaze Ploiești

Datorită valorilor mici ale puterii instalate, folosirea judicioasă a instalațiilor de sondeze sau, în general, a instalațiilor cu care se efectuează carotajul mecanic continuu, presupune stabilirea prealabilă a puterii maxime necesare carotajului propriu-zis; etapizarea calculelor are în vedere următoarele elemente:

1 — *stabilirea parametrilor regimului de carotaj*;

2 — *metodica realizării apăsării axiale pe capul de carotieră și a ruperii carotei*;

3 — *calculul componentelor puterii necesare cu precizarea modului cum aceasta se transmite la capul de carotieră.*

1. Pentru **stabilirea parametrilor regimului de carotaj** (apăsare, turație, debit de fluid și proprietățile acestuia) există în prezent două metode: *statistică* și *uzinală.*

Prima metodă, presupune prelucrarea datelor unor sonde la care se cunosc rezultatele carotajului pe structura pe care se preconizează fixarea unei locații pentru sonda care se proiectează; pentru a putea fi luate în discuție, sondele analizate trebuie să îndeplinească cîteva condiții obligatorii și anume: să aibă același program de construcție (adîncimi similare sau comparabile; aceleași tipodimensiuni de capete de carotiere; să traverseze aceleași formațiuni geologice); să fi folosit aceleași instalații de carotaj. Numărul sondelor de referință trebuie să fie de minim trei. Datele prelucrate se trec pe un grafic (denumit și c a r o t a j u l g r a f i c) pe hîrtie milimetrică normală, în care adîncimea (ordonata graficului) se împarte în pachete de egală duritate; pe abscisă, dar tot la scară, se trec următoarele valori:

— apăsarea G_c pe capul de carotieră (în daN, kgf sau daN/cm² — dacă nu a fost făcută convertirea);

— turația n a garniturii de foraj (în rot/min).

— debitul de fluid Q (în l/min sau în l/s) cu specificarea sensului de circulație a acestuia; în cazul circulației cu aer, se vor menționa viteza ascensională (în m/s) și debitul de aer Q_a (în m³/min);

— calitățile fluidului de foraj (greutatea specifică în daN/cm³; viscozitatea plastică în s și în C. Poise; tensiunile de forfecare-statică și dinamică în daN/cm²; filtrarea în cm³; grosimea colmatajului în mm);

— viteza mecanică medie (în m/h);

— recuperajul carotei (în procente).

Reprezentările se fac folosind mediile ponderate pe pachetele de duritățI, fapt pentru care sînt necesare prelucrări prealabile tabelate.

Pe același grafic se trece și sonda căreia trebuie să i se stabilească parametrii regimului de carotaj; dacă nu sînt făcute alte precizări, pentru aceasta, se urmărește, pe orizontală și pe un pachet, la care dintre sondele analizate s-a obținut recuperajul maxim — pentru pachetul respectiv se adoptă parametrii menționați, iar pentru pachetele următoare procedeul este similar. Este de presupus, că dacă înregistrările rezultatelor și prelucrarea acestora au fost corecte, la sonda proiectată, pe toate pachetele, se vor obține procente de recuperare mari.

A doua metodă are în vedere folosirea unor recomandări bazate pe experiența practică și pe încercările uzinale făcute pe capetele de carotieră [1].

a. Pentru capetele de carotieră cu inserții din material dur, apăsarea unitară

$$G_1 = (30 \ldots 150) \text{ daN/inserție}; \qquad (1)$$

la aceste valori, trebuie să se verifice condiția dislocării volumice conform căreia

$$\frac{G_1}{A_1} > \sigma_{co}, \qquad (2)$$

în care:

A_1 reprezintă aria secțiunii de contact dintre o inserție și rocă;

σ_{co} — rezistența la compresiune a rocii.

Condiția (2) se pune la limită dacă se acceptă un coeficient de siguranță $c_s = 1{,}15 \ldots 1{,}20$; cum contactul dintre o inserție și rocă (fig. 1)

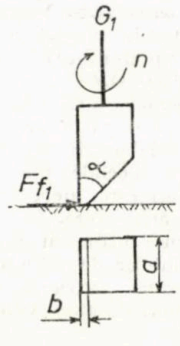


Fig. 1

se face, în cele mai dese cazuri, pe o suprafață dreptunghiulară, rezultă că pentru

$$A_1 = ab, \qquad (3)$$

$$G_1 = c_s \; ab \; \sigma_{co},$$

în care a și b sînt laturile dreptunghiului suprafeței de contact. Dacă în fișa tehnică a capului de carotieră nu se fac alte precizări referitoare la valoarea G_1, atunci pentru un caz concret, se determină limitele (minimă și maximă) pentru lățimea de contact b : dacă

$$\sigma_{co} = 1\,000 \text{ daN/cm}^2 \text{ și } a = 10 \text{ mm},$$

din a doua relație (3) rezultă

$$b_{min} = \frac{30}{1{,}2 \cdot 1 \cdot 1\,000} = 0{,}025 \text{ cm} = 0{,}25 \text{ mm},$$

$$b_{max} = \frac{150}{1{,}2 \cdot 1 \cdot 1\,000} = 0{,}125 \text{ cm} = 1{,}25 \text{mm},$$

valori ce reprezintă practic grosimile de contact ale inserțiilor pentru a realiza dislocarea volumică în condițiile de rezistență a acestora. Dacă se presupune un cap de carotieră la care numărul de inserții $i = 9$, apăsarea totală pe capul de carotieră trebuie să fie în limitele

$$G_{cmin} = iG_{1min} = 9 \cdot 30 = 270 \text{ daN},$$

$$G_{cmax} = iG_{1max} = 9 \cdot 150 = 1\,350 \text{ daN}.$$

Turația este recomandată de regulă prin viteza periferică a capului de carotieră ; dacă alămirea inserțiilor a fost corect făcută, acestea pot avea o viteză periferică

$$v_p = (0{,}8 \ldots 1{,}6) \text{ m/s} ;$$

dar

$$v_p = R_m \omega, \tag{4}$$

în care : R_m — reprezintă raza medie a capului de carotieră ;

ω — viteza unghiulară a acestuia.

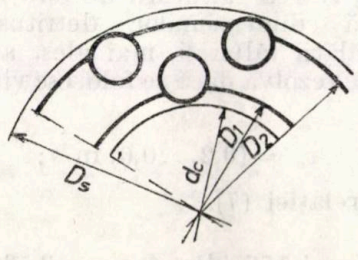


Fig. 2

Conform figurii 2,

$$R_m = \frac{D_m}{2} = \frac{D_s + d_c}{4};$$

viteza unghiulară $\omega = \pi n : 30$ și deci

$$v_p = \frac{(D_s + d_c)}{4} \frac{\pi n}{30},$$

de unde rezultă

$$n = \frac{120\ v_p}{\pi(D_s + d_c)}, \tag{5}$$

respectiv pentru $D_s = 100$ mm și $d_c = 80$ mm, rezultă

$$n_{min} = \frac{120 \cdot 0{,}8 \cdot 10^2}{3{,}14\,(10 + 8)} = 169{,}85 \text{ rot/min},$$

$$n_{max} = \frac{120 \cdot 1{,}6 \cdot 10^2}{3{,}14\,(10 + 8)} = 339{,}70 \text{ rot/min},$$

cu recomandarea să se lucreze sub valoarea maximă (peste care se presupune deteriorarea capului de carotieră datorită forțelor centrifugale mari și vibrațiilor — care pot conduce la micșorarea procentului de recuperare a carotei).

Debitul de lichid trebuie stabilit din două condiții : spălarea tălpii de detritus la o rotire completă a capului de carotieră și evacuarea acestuia la suprafață [1].

Conform criteriului spălării, debitul specific

$$Q_{sp} = (8 \ldots 12) \text{ l/min, cm}^2,$$

respectiv debitul total

$$Q = Q_{sp} A_{ta}, \tag{6}$$

în care aria secțiunii transversale a tălpii

$$A_{ta} = \frac{\pi}{4}(D_s^2 - d_c^2) ;$$

pentru cazul luat în discuție,

$$A_{ta} = \frac{3{,}14}{4}(10^2 - 8^2) = 28{,}26 \text{ cm}^2,$$

respectiv

$$Q_{min} = 8 \cdot 28{,}26 = 226{,}08 \text{ l/min} = 3{,}768 \text{ l/s},$$

$$Q_{max} = 12 \cdot 28{,}26 = 339{,}12 \text{ l/min} = 5{,}65 \text{ l/s} ;$$

de data aceasta lucrul efectiv cu valori mai mari decît Q_{max} presupune un consum inutil

de energie ; la lucrul sub valoarea minimă există riscul spălării insuficiente, iar concluzia se impune de la sine.

Criteriul evacuării detritusului are în vedere respectarea vitezelor limită ale fluidului la care acesta aduce la suprafață tot detritusul, respectiv

$$v_a = (0{,}2 \ldots 0{,}6) \text{ m/s},$$

cu observația ca debitul să se determine pentru secțiunea critică (cea mai mare) din traiectul găurii de sondă. În aceste condiții, pentru circulația directă

$$Q_a = v_a A_{si}, \qquad (7)$$

iar

$$A_{si} = \frac{\pi}{4}(D_s^2 - D^2).$$

Pentru prăjini de foraj cu diametrul exterior $D = 50$ mm,

$$A_{si} = \frac{3{,}14}{4}(10^2 - 5^2) = 58{,}875 \text{ cm}^2,$$

respectiv,

$$Q_{amin} = 0{,}2 \cdot 10^2 \cdot 58{,}875 = 1\,177{,}5 \text{ cm}^3/\text{s} =$$
$$= 1{,}1775 \text{ l/s},$$
$$Q_{amax} = 0{,}6 \cdot 10^2 \cdot 58{,}875 =$$
$$= 3\,532{,}5 \text{ cm}^3/\text{s} = 3{,}5325 \text{ l/s};$$

Se observă clar că valoarea Q_{max}=5,65 l/s, stabilită din condiția spălării tălpii de detritus, este acoperitoare pentru ambele criterii, dar aceasta trebuie corelată și cu posibilitățile concrete conferite de pompa (pompele) instalate [2].

Calitativ, proprietățile fluidului trebuie alese în funcție de stratigrafia și tectonica zonei în care se va efectua carotajul ; este cert însă că dacă nu există alte restricții trebuie avute în vedere acele fluide care generează un coeficient de frecare mare între inserții și rocă (ideal este aerul dar folosirea acestuia prezintă o serie de dezavantaje și restricții asupra cărora nu se va insista).

b. Pentru capetele de carotieră cu diamante, trebuie făcută distincția constructivă conform căreia acestea pot fi cu diamante insertate sau impregnate. În cazul primelor, valoarea apăsării unitare

$$G_1 = (0{,}1 \ldots 10) \frac{\text{daN}}{\text{granulă}},$$

iar condiția dislocării volumice (2) se scrie similar, cu observația că acum A_1 reprezintă aria secțiunii de contact dintre o granulă de diamant și rocă (valorile sînt tabelate sau indicate cu exactitate în fișele tehnice de însoțire ale capetelor de carotieră).

Dacă se presupun aceleași valori dimensionale pentru D_s, d_c, și D, numărul de granule de pe fața frontală a capului de carotieră $i = 200$, iar

$$G_1 = 6 \text{ daN/granulă},$$

rezultă

$$G_c = iG_1 = 200 \cdot 6 = 1200 \text{ daN};$$

cu $c_s = 1{,}2$, din relația (2), la limită, se obține

$$G_1 = A_1 c_s \sigma_{co},$$

respectiv

$$A_1 = \frac{6}{1{,}2 \cdot 1\,000} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^2.$$

Dacă valoarea inițială tabelată pentru A_1 este mai mică, nu se recomandă lucrul cu apăsări peste limita prescrisă deoarece există o multitudine de factori care pot conduce la deteriorarea capului de carotieră din care important este posibilitatea grafitizării suprafeței frontale a diamantelor.

Pentru calculul turației, recomandările indică valorile $v_p = (2{,}0 \ldots 3{,}0)$m/s și, conform relației (5),

$$n_{min} = \frac{120 \cdot 2{,}0 \cdot 10^2}{3{,}14\,(10 + 8)} = 422{,}5 \text{ rot/min},$$

$$n_{max} = \frac{120 \cdot 3 \cdot 10^2}{3{,}14\,(10 + 8)} = 635{,}6 \text{ rot/min},$$

valori previzibil mai mari decît în cazul precedent datorită, în primul rînd, faptului că lucrul acestor capete de carotieră are similitudini cu procesul de polizare (valorile determinate trebuie corelate cu o serie de factori și anume : posibilitățile de realizare a acestor turații în condiții concrete ; unghiul de înclinare al găurii de sondă ; starea garniturii de foraj).

Datorită dimensiunilor detritusului, problema spălării tălpii și, mai ales, a evacuării acestuia se rezolvă dacă se folosesc viteze ascensionale

$$v_a = (0{,}2 \ldots 0{,}6) \text{ m/s};$$

conform relației (7),

$$Q_{amin} = 1{,}1775 \text{ l/s}, \quad Q_{amax} = 3{,}5325 \text{ l/s},$$

și, evident, se va lucra cu un debit apropiat valoric de Q_{amax} dar, de asemenea, corelat cu posibilitățile concrete de vehiculare.

Datorită costului ridicat, tehnologia de lucru la capetele de carotieră cu diamante insertate trebuie adaptată obligativității ca o parte din

diamante să fie recuperate și, eventual, refolosite; pentru aceasta, este necesar să se cunoască valoarea exactă a expunerii e a diamantelor — mai ales a celor de pe fața frontală a capului de carotieră (fig. 3) cu observația că pentru

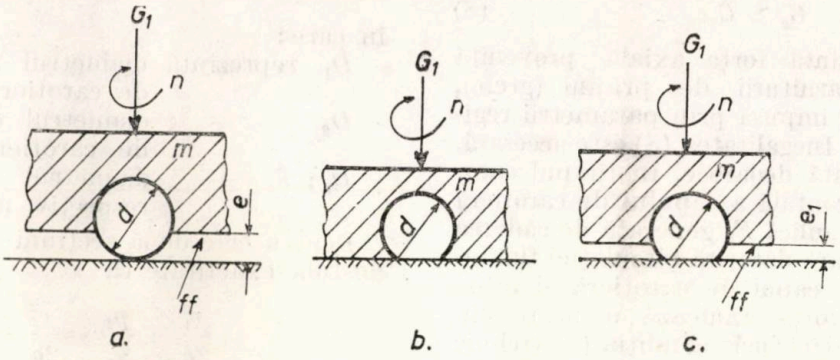


Fig. 3

a fi păstrate în matricea m a capului de carotieră (fig. 3 *a*) este necesar ca expunerea

$$e = \left(\frac{1}{8} \ldots \frac{1}{3}\right) d,$$

dar nu se admite depășirea valorii maxime $e = (1:3)d$. Pentru a asigura lucrul eficient al unei granule pe talpa sondei, fapt care presupune circulația fluidului de foraj *ff* și prin canalele generate de valoarea e, trebuie ca materialul din care este confecționată matricea să fie corelat cu proprietățile rocii în care se lucrează (mai ales cu abrazivitatea).

O matrice necorespunzătoare din acest punct de vedere (dintr-un material excesiv de rezistent) poate genera micșorarea expunerii chiar pînă la valoarea zero (fig. 3 *b*); această fază critică este însă relativ ușor observabilă pentru operatorul de la suprafață deoarece scade viteza mecanică și crește presiunea de refulare a fluidului de foraj; din acest moment este de dorit să fie propusă extragerea la suprafață a capului de carotieră (autoascuțirea la talpa sondei este riscantă și nu se recomandă decît cu multe măsuri preventive). Este cert însă că, față de această situație, trebuie să fie făcută corelarea între proprietățile materialului matricei și rocii în sensul că trebuie să se ajungă la o expunere e_1 (fig. 3 *c*) pe seama uzurii simultane a diamantelor și matricei, iar cînd e_1 ajunge la $(1:3)d$, capul de carotieră trebuie înlocuit; dacă însă la extragere se constată valori mai mici ale expunerii, trebuie propusă r e a s c u ț i r e a la suprafață, prin sablare, dar tot în limitele menționate.

La capetele de carotieră cu diamante impregnate (sub formă de pulbere, în materialul matricei capului de carotieră), recomandările uzinale au în vedere apăsarea specifică

$$G_{sp} = (50 \ldots 150) \text{ daN/cm}^2;$$

suprafața de contact dintre capul de carotieră și rocă

$$A_{ca} = \frac{\pi}{4}(D_s^2 - d_c^2)\varphi,$$

în care coeficientul φ ține seama de micșorarea acesteia datorită canalelor de circulație ($\varphi = 0{,}8 \ldots 0{,}9$). Cu valorile menționate și cu $\varphi = 0{,}9$,

$$A_{ca} = \frac{3{,}14}{4}(10^2 - 8^2)0{,}9 = 25{,}434 \text{ cm}^2,$$

respectiv

$$G_{cmin} = G_{spmin} A_{ca} = 50 \cdot 25{,}434 = 1\,271 \text{ daN},$$

$$G_{cmax} = G_{spmax} A_{ca} = 150 \cdot 25{,}434 = 3\,815 \text{ daN}.$$

Viteza periferică a acestora poate avea valori mai mari deoarece, constructiv, aceste tipuri de capete de carotieră permit această modificare (în comparație cu precedentele) și deci

$$v_p = (3 \ldots 3{,}8) \text{ m/s},$$

respectiv

$$n_{min} = \frac{120 \cdot 3 \cdot 10^2}{3{,}14(10 + 8)} = 635{,}6 \text{ rot/min},$$

$$n_{max} = \frac{120 \cdot 3{,}8 \cdot 10^2}{3{,}14(10 + 8)} = 804 \text{ rot/min},$$

cu mențiunea că de la turații care depășesc 400...500 rot/min, condițiile de lucru sînt dificile pentru întreg ansamblul din care este formată garnitura de foraj.

În comparație cu capetele de carotieră cu diamante insertate, detritusul format are dimensiuni egale sau mai mici, iar stabilirea debitului poate fi făcută ca și în condițiile precedente; practic la carotajul cu diamante, în general, problema principală o constituie curățarea de detritus a fluidului în instalația de suprafață și condiționarea acestuia pentru menținerea proprietăților indicate.

2. Metodica realizării apăsării axiale pe capul de carotieră are în vedere faptul că la carotajul mecanic, ca de altfel și la forajul convențional, pentru stabilirea necesarului de prăjini grele care să realizeze apăsarea trebuie ca

$$G_g > G_c, \tag{8}$$

în care G_g reprezintă forța axială provenită din greutatea garniturii de prăjini (grele), iar G_c — apăsarea impusă prin parametrii regimului de carotaj. Inegalitatea (8) este necesară, dar nu și suficientă deoarece, în timpul carotajului, pe fața frontală a capului de carotieră apare o forță hidraulică F_h generată de căderea de presiune ce apare datorită circulației fluidului de foraj între capul de carotieră și talpa sondei; această forță anulează o parte din apăsarea axială astfel încît condiția (8) trebuie pusă sub forma

$$G_g > G_c + F_h, \tag{9}$$

și, cu un coeficient de siguranță $c_s = 1{,}15 \ldots 1{,}20$, rezultă

$$G_g = (G_c + F_h)c_s, \tag{10}$$

respectiv

$$l_g q_g f_f = (G_c + F_h)c_s,$$

în care l_g și g_g reprezintă lungimea de prăjini grele, respectiv greutatea unitară a acestora, iar f_f — factorul de flotabilitate; din a doua relație (10) se obține

$$l_g = \frac{(G_c + F_h)c_s}{q_g f_f}. \tag{11}$$

Pentru stabilirea forței hidraulice F_h (fig. 4) se presupune că fluidul de foraj intră sub capul de carotieră prin secțiunea 1 și iese de sub acesta prin secțiunea 2 și deci

$$F_h = \Delta p A, \tag{12}$$

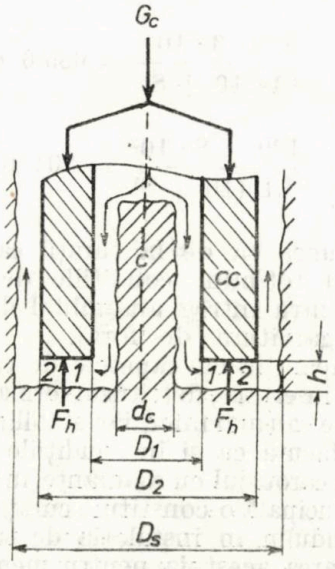


Fig. 4

în care Δp este căderea de presiune, iar A — aria secțiunii frontale de contact, dintre capul de carotieră și fluid:

$$A = \frac{\pi}{4}(D_2^2 - D_1^2);$$

în care:

D_1 reprezintă diametrul interior al capului de carotieră ($D_1 > d_c$);

D_2 — diametrul exterior al capului de carotieră cc ($D_2 < D_s$);

D_s; d_c — diametrul găurii de sondă respectiv al carotei c.

Pentru cele două secțiuni se poate scrie cu destulă exactitate că

$$\frac{v_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma_1} = \frac{v_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma_2}, \tag{13}$$

în care:

cu v s-au notat vitezele fluidului; cu p — presiunile; cu γ — greutățile specifice ale fluidului; indicii 1 și 2 marchează secțiunile de la intrarea respectiv de la ieșirea acestuia.

Pentru facilitarea calculelor se presupune că greutatea specifică a fluidului fără detritus γ_1 este egală cu a aceluia cu detritus γ_2, respectiv că

$$\gamma_1 \simeq \gamma_2 = \gamma_f$$

și în aceste condiții din relația (13) se obține

$$p_1 - p_2 = \Delta p = \frac{\gamma_f}{2g}(v_2^2 - v_1^2), \tag{14}$$

în care g este accelerația gravitațională.

Din ecuația de continuitate și pentru un debit de fluid Q cunoscut (din parametrii regimului de carotaj) se poate scrie

$$Q = A_1 v_1 = A_2 v_2, \text{ respectiv}$$

$$v_1 = \frac{Q}{A_1}, \quad v_2 = \frac{Q}{A_2},$$

în care se observă cu ușurință (fig. 4) că

$$A_1 = \pi D_1 h, \quad A_2 = \pi D_2 h,$$

iar h reprezintă: înălțimea inserțiilor (la capetele de carotieră cu inserții din material dur); expunerea e (la carotajul cu diamante insertate); D diametrul alicelor (la carotajul cu alice). În aceste condiții relația (14) devine

$$\Delta p = \frac{\gamma_f}{2g}\frac{Q^2}{\pi^2 h^2}\left(\frac{1}{D_2^2} - \frac{1}{D_1^2}\right), \tag{15}$$

iar relația (12)

$$F_h = \frac{\gamma_f}{8g}\frac{Q^2}{\pi h^2}\left(\frac{1}{D_2^2} - \frac{1}{D_1^2}\right). \tag{16}$$

cum $D_2 > D_1$ (fig. 2 și 4), rezultă că F_h are întotdeauna valori negative; de fapt această constatare scoate în evidență presupunerea

inițială că F_h se opune valorii G_g. Calculele se pot extinde pentru orice categorie de lucrări, inclusiv pentru forajul convențional, cu condiția să se stabilească, concret, forma și valoarea suprafeței frontale A — mai mult, datorită unor neconcordanțe ce apar între vitezele mecanice realizate cu diferite scule tăietoare (sape, capete de carotieră) și cele anticipate, aceste calcule și corective devin absolut obligatorii!

Dacă se presupun valorile

$D_1 = 86$ mm, $D_2 = 92$ mm,

$Q = 5{,}65$ l/s, $h = 0{,}5$ mm, $\gamma_f = 1{,}2$ daN/dm^3,

$g = 10$ m/s^2, $q_g = 30$ daN/m, $c_s = 1{,}2$, atunci

$$F_h = \frac{1{,}2 \cdot 10^{-3}}{8 \cdot 10^3} \cdot \frac{(5{,}65 \cdot 10^3)^2}{3{,}14 \cdot 0{,}05^2} \cdot$$

$$\cdot \left(\frac{1}{9{,}2^2} - \frac{1}{8{,}6^2} \right) (9{,}2^2 - 8{,}6^2) = -159 \text{ daN},$$

valoare semnificativă dacă se au în vedere parametrii regimului de carotaj. Dacă se acceptă că se lucrează cu un cap de carotieră cu diamante insertate, la care apăsarea axială necesară este de 1 200 daN, conform relației (11) necesarul de prăjini grele

$$l_g = \frac{(1200 + 159)\ 1{,}2}{30 \left(1 - \frac{1{,}20}{7{,}85} \right)} = 64{,}179 \simeq 65 \text{ m}.$$

Dacă adîncimea găurii de sondă $H = 300$ m, lungimea prăjinilor de foraj

$$l_p = H - l_g = 300 - 65 = 235 \text{ m},$$

iar forța axială din garnitura de foraj este reprezentată în figura 5 *a*, în care lungimea de prăjini grele aflate în compresiune

$$l_{gc} = l_g \cdot 0{,}8 = 65 \cdot 0{,}8 = 52 \text{ m},$$

iar cea de prăjini grele solicitată la tracțiune (întindere)

$$l_{gi} = l_g \cdot 0{,}2 = 65 \cdot 0{,}2 = 13 \text{ m}.$$

(În aceste calcule nu s-a luat în considerare prezența inevitabilă a tubului carotier deoarece, calitativ, modificările sînt nesemnificative).

Dacă acum se presupune cazul în care adîncimea sondei $H_1 = 30$ m, dar G_c și F_h au aceleași valori, rezultă că apăsarea axială nu se mai poate realiza numai din prăjinile grele : într-adevăr disponibilul de forță axială este acum

$$H_1 q_g f_f = 30 \cdot 30 \left(1 - \frac{1{,}20}{7{,}85} \right) =$$

$$= 762 \text{ daN} < 1\,200 + 159 = 1\,359 \text{ daN}$$

și deci diferența

$$(G_c + F_h) - H_1 q_g f_f =$$

$$= 1\,359 - 762 = 597 \text{ daN} = F_s$$

denumită forță suplimentară trebuie asigurată cu ajutorul dispozitivelor de apăsare suplimentară, iar diagrama de reprezentare a forțelor axiale se modifică în mod corespunzător (ca în fig. 5 *b*, în care s-a făcut notația $G_{g1} = H_1 q_g f_f$).

În roci rezistente și bine consolidate, ruperea carotei *c* (fig. 4) poate pune probleme rezistenței materialului din care sînt confecționate prăjinile de foraj ; pentru astfel de roci tehnologia de rupere a carotei presupune următoarele etape :

- după umplerea tubului carotier cu probă pe lungimea propusă, se oprește rotirea garniturii de foraj și se preia (în sistemul de manevră) greutatea acesteia calculată în fluidul din sondă ; în aceste condiții în partea superioară a garniturii de foraj apare un efort unitar de tracțiune

$$\sigma_1 = \frac{(l_p q_p + l_g q_g) f_f}{A_p}, \qquad (17)$$

în care :

$$A_p = \pi (D^2 - d^2) : 4 ;$$

q_p, q_g sînt greutățile unitare ale prăjinilor de foraj, respectiv ale celor grele, iar l_p și l_g rezultă din figura 5*c*, din care se mai observă că efortul unitar de tracțiune de la baza carotei este zero!

- prin interiorul garniturii de foraj tracționată se introduce un material de împănare (în circuitul de lichid) și care intră în spațiul

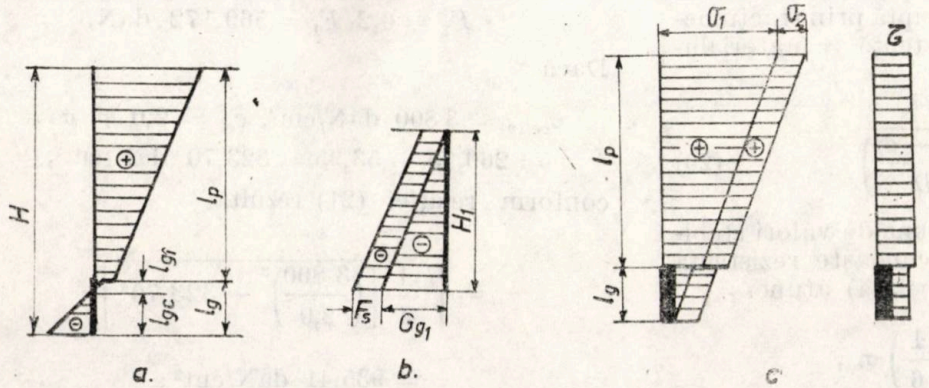


Fig. 5

inelar dintre interiorul tubului carotier, al capului de carotieră și carotă;

● se tracționează garnitura de foraj cu o forță suplimentară astfel încît starea totală de solicitare la tracțiune va fi acum

$$\sigma = \sigma_1 + \sigma_2,$$

în care $\sigma_2 = 0{,}20\ \sigma_1$, efort unitar care, dacă se neglijează frecările, se transmite integral carotei;

● se torsionează garnitura de foraj, cu cleștii, respectiv se induce în aceasta efortul unitar de torsiune, τ(fig. 5 *c*); este de presupus că sub acțiunea simultană a eforturilor unitare σ_2 și τ, carota se va rupe dintr-o secțiune cît mai apropiată de talpa sondei, astfel încît recuperajul acesteia să fie maxim.

Pentru a avea certitudinea rezistenței prăjinilor de foraj (în zona cea mai solicitată, respectiv la suprafață), se pune condiția ca momentul rezistent al acestora M_t să fie mai mare decît momentul rezistent al carotei M_c, respectiv

$$M_t > M_c; \qquad (18)$$

dacă se acceptă lucrul cu un coeficient de siguranță, respectiv dacă în locul lui M_t se ia o valoare admisibilă M_{at}, se poate scrie

$$M_{at} = M_c, \qquad (19)$$

în care:

$$M_{at} = \tau_{at}\, W_{pt}; \qquad M_c = W_{pc}\, \tau_c;$$

τ_{at}, τ_c reprezintă rezistența admisibilă la torsiune a materialului tubular respectiv rezistența la torsiune a carotei;

W_{pt}, W_{pc} — modulul polar de rezistență al materialului tubular, respectiv al carotei.

Cum

$$W_{pt} = \frac{\pi}{16}\left(\frac{D^4 - d^4}{D}\right), \text{ iar } W_{pc} = \frac{\pi}{16} d_c^3$$

condiția (19) devine

$$\frac{\pi}{16}\left(\frac{D^4 - d^4}{D}\right)\tau_{at} = \frac{\pi}{16} d_c^3\ \tau_c,$$

din care se obține relația pentru diametrul maxim de carotă ce poate fi ruptă prin tracțiune-torsiune în condiții de rezistență a materialului tubular:

$$d_c = \sqrt[3]{\frac{\tau_{at}}{\tau_c}\left(\frac{D^4 - d^4}{D}\right)}. \qquad (20)$$

Dacă pentru τ_c nu se dispune de valori stabilite pe alte probe, dar se cunoaște rezistența la compresiune a rocii (tabelată) atunci

$$\tau_c = \left(\frac{1}{13} \ldots \frac{1}{6}\right)\sigma_{co},$$

dar recomandarea acoperitoare se face pentru $\tau_c = \sigma_{co} : 6$. Pentru rezistența admisibilă la torsiune a materialului tubular se pleacă de la premisa cunoașterii limitei minime de curgere σ_{cmin} a acestuia; conform teoriei a treia din rezistența materialelor, pentru un tub cilindric, solicitat concomitent la tracțiune și torsiune, efortul unitar echivalent

$$\sigma_{ech} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau_{max}^2};$$

cu un coeficient de siguranță c_{s1} prestabilit, rezultă

$$\sigma_{cmin} = c_{s1}\, \sigma_{ech},$$

respectiv

$$\sigma_{ech} = \frac{\sigma_{cmin}}{c_{s1}} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau_{max}^2},$$

care prin ridicare la pătrat conduce la expresia

$$\left(\frac{\sigma_{cmin}}{c_{s1}}\right)^2 = \sigma^2 + 4\tau_{at}^2,$$

în care, datorită lui c_{s1}, s-a putut scrie acum τ_{at}, respectiv

$$\tau_{at} = \sqrt{\frac{1}{4}\left[\left(\frac{\sigma_{cmin}}{c_{s1}}\right)^2 - \sigma^2\right]}. \qquad (21)$$

Dacă se presupune același exemplu de calcul, rezultă că $l_p = 235$ m, $l_g = 65$ m, $D = 50$ mm; $d = 34$ mm;

pentru prăjini de foraj cu greutatea unitară $q_p = 6$ daN/m, aria secțiunii transversale

$$A_p = 10{,}55 \text{ cm}^2,$$

iar eforturile unitare de tracțiune

$$\sigma_1 = \frac{(235 \cdot 6 + 65 \cdot 30)}{10{,}55}\left(1 - \frac{1{,}20}{7{,}85}\right) = 269{,}75 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_2 = 0{,}2 \cdot 269{,}75 = 53{,}95 \text{ daN/cm}^2;$$

acestor eforturi unitare le corespund forțele axiale

$$F_1 = \sigma_1 A_p = 2\,845{,}86 \text{ daN},$$
$$F_2 = 0{,}2\ F_1 = 569{,}172 \text{ daN}.$$

Dacă

$\sigma_{cmin} = 3\,800$ daN/cm², $c_{s1} = 2{,}0$ și $\sigma = 269{,}75 + 53{,}95 = 323{,}70$ daN/cm²,

conform relației (21) rezultă

$$\tau_{at} = \sqrt{\frac{1}{4}\left[\left(\frac{3\,800}{2{,}0}\right)^2 - 323{,}70^2\right]} = 935{,}41 \text{ daN/cm}^2;$$

pentru $\sigma_{co} = 1\,000$ daN/cm², $\tau_c = \frac{1\,000}{6} =$
$= 166{,}66$ daN/cm²,
iar diametrul maxim al probei ce poate fi ruptă

$$d_c = \sqrt[3]{\frac{935{,}41}{166{,}66}\left(\frac{5^4 - 3{,}4^4}{5}\right)} = 8{,}2 \text{ cm} = 82\text{mm}.$$

Generalizarea problemei se poate face prin construcţia următoarelor grafice:

$$\tau_{at} = f_1(\sigma_{cmin}); \quad d_c = f_3(\tau_c);$$

$$\tau_{at} = f_2(\sigma = \sigma_1 + \sigma_2); \quad d_c = f_4(D, d).$$

3. Calculul componentelor puterii necesare carotajului

Pentru stabilirea puterii necesare carotajului propriu-zis, trebuie avute în vedere, din nou, tipurile capetelor de carotieră. În cazul celor cu inserţii din material dur, puterea necesară carotajului

$$P = P_d + P_f + P_{rg}, \qquad (22)$$

în care: P_d, P_f şi P_{rg} reprezintă puterea necesară dislocării d, învingerii frecărilor f şi rotirii garniturii de foraj rg. Pentru stabilirea valorii P_d, se presupune îndeplinită condiţia dislocării volumice (fig. 6); după penetrarea în rocă,

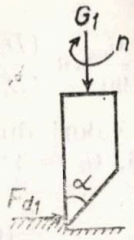


Fig. 6

rotirii inserţiei pe talpa sondei i se opune forţa

$$F_{d1} = G_1 \operatorname{tg}\alpha;$$

momentul acestei forţe

$$M_{d1} = F_{d1} R_m = G_1 \operatorname{tg}\alpha \frac{D_s + d_c}{4},$$

iar puterea necesară

$$P_{d1} = M_{d1}\,\omega = G_1 \operatorname{tg}\alpha \frac{(D_s + d_c)}{4} \frac{\pi n}{30};$$

pentru toate inserţiile,

$$P_d = iP_{d1}, \qquad (23)$$

în care i reprezintă numărul de inserţii, iar n — turaţia garniturii. Dacă se acceptă exemplul de calcul iniţial, cu valorile

$D_s = 100$ mm, $n_{max} = 339{,}70 \simeq 340$ rot/min,
$d_c = 80$ mm, $G_{1max} = 150$ daN/ins,
$i = 9$, $\alpha = 45°$,

rezultă

$$P_d = 9 \cdot 150 \cdot 1 \frac{(0{,}100 + 0{,}080)}{4} \frac{3{,}14 \cdot 340}{30} =$$
$$= 2161{,}89 \text{ daN·m/s} \simeq 21{,}6189 \text{ kW}.$$

Generalizarea problemei se poate face prin construcţia unor grafice în care să fie reprezentate următoarele funcţii:

$$P_d = f_1(D_s; d_c); \quad P_d = f_3(iG_1);$$
$$P_d = f_2(n).$$

Puterea necesară învingerii frecării se determină pentru cazul cel mai defavorabil, provenit din luarea în considerare a uzurii maxime sau a apăsării unitare maxime, conform figurii 1,

$$F_{f1} = \mu F_n \text{ sau } F_{f1} = \mu G_1,$$

şi, prin similitudine cu metodica de pînă acum,

$$M_{f1} = F_{f1} R_m = \mu G_1 \frac{D_s + d_c}{4},$$

$$P_{f1} = M_{f1}\,\omega = \mu G_1 \frac{D_s + d_c}{4} \frac{\pi n}{30};$$

dacă se ţine seama de faptul că inserţiile vin şi în contact lateral cu pereţii găurii de sondă şi cu carota şi se acceptă că, valoric, frecările laterale sînt egale cu cele frontale, atunci

$$P_f = 2i P_{f1} = 2i\,\mu G_1 \frac{(D_s + d_c)}{4} \frac{\pi n}{30}. \qquad (24)$$

Dacă nu se dispune de alte indicaţii, se ia coeficientul de frecare $\mu = 0{,}4 \ldots 0{,}6$ şi deci

$$P_f = 2 \cdot 9 \cdot 0{,}7 \cdot 150 \frac{(0{,}100 + 0{,}080)}{4} \frac{3{,}14 \cdot 340}{30} =$$
$$= 2\,594{,}268 \text{ daN} \cdot \text{m/s} \simeq 25{,}943 \text{ kW}.$$

Pentru generalizarea aplicaţiilor numerice, construirea graficelor

$$P_f = f_4(D_s, d_c), \quad P_f = f_5(n) \text{ şi } P_f = f_6(iG_1)$$

este foarte uşoară.

Dacă în locul valorii G_1 recomandată se dispune de rezistenţa la compresiune σ_c a materialului din care sînt confecţionate inserţiile, se pune condiţia (mai ales în cazul rocilor cu durităţi mari) ca presiunea p, ce apare la contactul inserţiei cu roca, să fie mai mică decît σ_c, respectiv, cu un coeficient de siguranţă $c_s = 1{,}15 \ldots 1{,}20$,

$$p = \sigma_{ac} = \frac{\sigma_c}{c_s},$$

din care acum rezultă

$$G_1 = ab \frac{\sigma_c}{c_s}. \qquad (25)$$

Puterea necesară rotirii garniturii de foraj

$$P_{rg} = C\gamma_f L D^2 n^{1,7}, \qquad (26)$$

în care

C reprezintfă factorul ce ţine seama de unghiul de înclinare al găurii de sondă: $C = (18{,}8 \ldots 35{,}5)\,10^{-5}$ pentru unghiuri de înclinare $\beta = 3° \ldots 35°$;

γ_f — greutatea specifică a fluidului de foraj;

L, D — lungimea, respectiv diametrul exterior al garniturii de foraj;

n — turaţia.

Datorită turaţiilor mari rezultate din calcule, pentru acelaşi exemplu numeric se presupune $\beta = 3°$ şi deci $C = 18{,}8\ 10^{-5}$ iar $L = 300$ m, din care $l_p = 235$ m, $l_g = 65$ m; pentru

$D = D_p = 50$ mm, $D = D_g = 80$ mm şi $n = 340$ rot/min,

rezultă

$$P_{rg} = C\gamma_f n^{1,7}(l_p D_p^2 + l_g D_g^2) = 18{,}8 \cdot 10^{-5} \cdot 1{,}2 \cdot 340^{1,7}(235 \cdot 0{,}05^2 + 65 \cdot 0{,}08^2) = 4{,}516 \text{ kW}.$$

Şi în acest caz este posibilă construirea graficelor

$$P_{rg} = f_1(n);\ P_{rg} = f_2(D_p;\ D_g);$$

$$P_{rg} = f_3(l_p;\ l_g);\ P_{rg} = f_4(\beta).$$

Suma

$$P = 21{,}6189 + 25{,}943 + 4{,}516 = 52{,}078 \text{ kW} \simeq 53 \text{ kW},$$

se compară cu puterea instalată dar folosită în exclusivitate pentru carotajul mecanic; dacă valoarea calculată este mai mare, singura soluţie este micşorarea parametrilor mecanici ai regimului de carotaj, dar nu sub valorile care asigură dislocarea volumică [3].

Dacă acţionarea pompei (pompelor) de noroi este cuplată la acelaşi motor, atunci relaţia (22) devine

$$P = P_d + P_f + P_{rg} + P_c \qquad (27)$$

în care puterea necesară circulaţiei

$$P_c = p_c Q$$

(calculele pentru căderea de presiune în sistemul de circulaţie p_c au elemente comune forajului convenţional).

La capetele de carotieră cu diamante,

$$P = P_f + P_{rg}, \qquad (28)$$

sau

$$P = P_f + P_{rg} + P_c, \qquad (29)$$

în care componenta P_f se determină în presupunerea că suprafaţa de contact dintre capul de carotieră şi rocă este generată de diferenţa $(D_s - d_c)$. Conform figurii 7, forţa elementară de frecare

$$dF_f = \mu dF_n,$$

în care forţa elementară normală

$$dF_n = p\,dA;$$

cum

$$dA = 2\pi r dr,\ dF_f = \mu p 2\pi r dr,$$

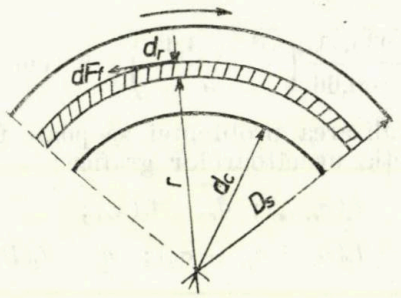


Fig. 7

iar momentul acestei forţe

$$dM_f = r dF_f = \mu p 2\pi r^2 dr.$$

După integrare rezultă

$$M_f = \mu p \frac{2\pi}{3}\left(\frac{D_s^3 - d_c^3}{8}\right),$$

iar puterea

$$P_f = \mu p \frac{2\pi}{3}\left(\frac{D_s^3 - d_c^3}{8}\right)\frac{\pi n}{30}.$$

Presiunea de contact

$$p = \frac{G_c}{A}, \text{ în care } A = \frac{\pi}{4}(D_s^2 - d_c^2)$$

şi deci

$$P_f = \mu \frac{G_c}{90}\pi n \frac{(D_s^3 - d_c^3)}{(D_s^2 - d_c^2)}. \qquad (30)$$

Pentru aceleaşi valori dimensionale, precum şi pentru $\mu = 0{,}6$, $G_c = 3\,000$ daN, $n = 340$ rot/min, rezultă

$$P_f = 0{,}6 \cdot \frac{3\,000}{90} \cdot 3{,}14 \cdot 340 \frac{(0{,}100^3 - 0{,}080^3)}{(0{,}100^2 - 0{,}080^2)} =$$

$$2\,894 \text{ daN} \cdot \text{m/s} = 28{,}94 \text{ kW}.$$

Componentele P_{rg} şi P_c (din relaţiile (28) respectiv (29) se determină ca şi pînă acum, dar se observă că puterea necesară totală are valori mai mici decît în cazul capetelor de carotieră cu inserţii din material dur; generalizarea calculelor presupune construirea graficelor

$$P_f = f_1(G_c), \qquad P_f = f_2(D_s, d_c), \qquad P_f = f_3(n),$$

astfel încît să poată fi anticipată posibilitatea folosirii în bune condiţii, a instalaţiei pentru valorile maxime ale parametrilor regimului de carotaj.

Bibliografie

[1] Iordache, G. *Foraje cu destinaţie specială şi foraj marin.* Ed. didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1981.

[2] Iordache, G. *Lucrări auxiliare în foraj extracţie.* Ed. tehnică, Bucureşti, 1979.

[3] Mureşeanu, V. *Carotajul mecanic.* Ed. tehnică, Bucureşti, 1980.

Lucrarea a intrat în redacţie în ziua de 22 aprilie 1985

Plesnirea longitudinală a tubulaturilor presurizate uniform la interior

Prof. dr. ing. **A. Pavel**
Institutul de petrol și gaze Ploiești

În condițiile presurizării i n t e r i o a r e lente, statice sau cvasistatice, elementele tubulare, în general, și țevile, respectiv tubulatura conductelor, în particular, cedează, în mod normal — cînd comportarea este corespunzător de t e n a c e, iar defectele de material și de execuție sînt numai de tipul celor a d m i s e — prin plesnire longitudinală, așa cum se demonstrează, pe cale analitică, în lucrarea [9] și în alte lucrări [4]. Cum este de așteptat, extinderea (dimensiunile→în special lungimea casurii) plesnirii, configurația sa geometrică și presiunea la care ea se materializează, respectiv p r e s i u n e a d e p l e s n i r e, depind determinant de temperatura peretelui metalic (fig. 1), ultima —

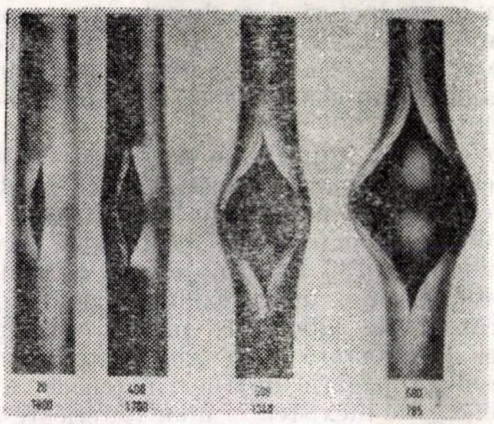


Fig. 1. Cedarea prin presurizare interioară a unor elemente tubulare $D_e \times s_1 = 31{,}8 \times 5$ mm, executate din oțelul 15Mo3 (DIN) [6].
Semnificația cifrelor și notațiilor: prima cifră indică temperatura, în °C, la care s-a efectuat testarea, iar cea de-a doua cifră precizează presiunea corespunzătoare de plesnire, în bar; D_e reprezintă diametrul exterior al elementelor tubulare; s_1 — grosimea totală, la un moment dat (eventual inițial), a peretelui elementelor tubulare

presiunea de plesnire — diminuîndu-se sensibil cu creșterea acestei temperaturi [10]. Cînd presurizarea hidraulică se efectuează cu apă sau cu un alt lichid, eventual inert, aria suprafeței de rupere (aria casurii) va depinde — printre altele — atît de e n e r g i a î n m a g a z i n a t ă în masa mediului de presurizare, prin efectul creșterii presiunii interioare, cît și de t e n a c i t a t e a, respectiv de reziliența materialului peretelui (fig. 2). Totodată, caracterul plesniturii se va modifica, din punct de vedere geometric, în concordanță cu ponderea volumică eventuală a unui f l u i d g a z o s — existent, introdus sau intrus în sistem (fig. 3). Particularități pot prezenta, de asemenea, alternativele de cedare în condițiile f l u a j u l u i [5; 10].

Valorificînd datele de literatură disponibile, în lucrarea sa [11], Poeck a reușit o sinteză a formulelor mai importante privind evaluarea eforturilor unitare (tensiunilor mecanice) și a presiunii interioare, corespunzătoare distrugerii,

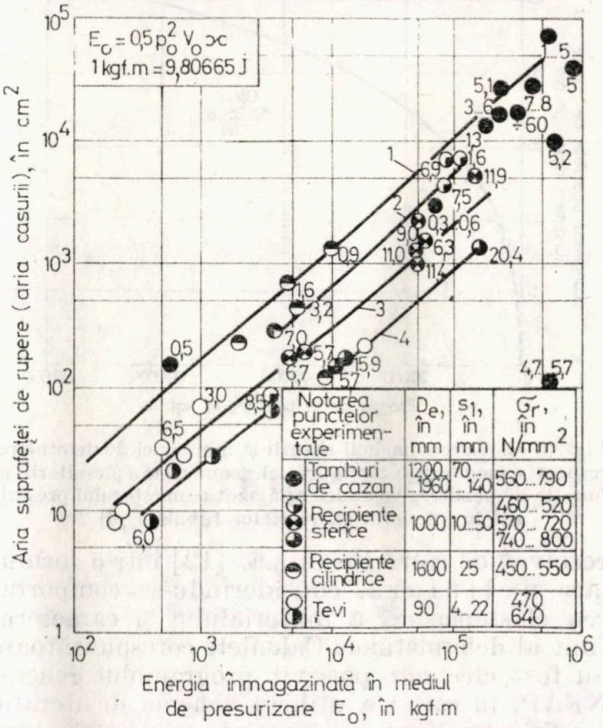


Fig. 2. Dependența ariei casurii de energia înmagazinată și de rezistența materialului peretelui, în condițiile presurizării hidraulice, cu apă, pînă la plesnire, a sistemelor de tip recipient [6]:
1 — tamburi de cazan; 2 — recipiente sferice; 3 — recipiente cilindrice; 4 — țevi. Semnificația notațiilor: p_0 este presiunea de plesnire ($p_0 \rightarrow p_d$) în kgf/cm² (1 kgf/cm² = 0,980665 bar); V_0 — volumul sistemului testat, de tip recipient, în cm³; $\varkappa$ — compresivitatea apei ($\varkappa = 5 \cdot 10^{-5}$ cm²/kgf = $= 5{,}09858 \cdot 10^{-6}$ cm²/N).
Observație. Cifrele din cîmpul figurii redau reziliența DVM, în (kgf · m)/cm² [1 (kgf · m)/cm² = 9,80665 · 10^4 J/m²]

în cazul țevilor cu anumite d e f e c t e (subțieri locale, fisuri nestrăpunse etc.) d e p e r e t e. Ceva mai mult, Poeck a comparat diferitele dependențe prin intermediul unor grafice simple, a demonstrat posibilitatea evidențierii defectelor de perete prin intermediul analizei anomaliilor de relief ale suprafeței exterioare a țevilor, folosind disponibilitățile interferometriei holografice și, astfel, a pus în valoare alternativa evaluării presiunii de cedare/plesnire prin metodele moderne ale holografiei.

Pentru cazul concret al tubulaturilor conductelor de abur, afectate de fisuri longitudinale n e s t r ă p u n s e pe suprafața exterioară,

presiunile interioare extremale pot fi determinate cu ajutorul metodei elementelor finite (MEF). De altfel, asemenea probleme s-au și

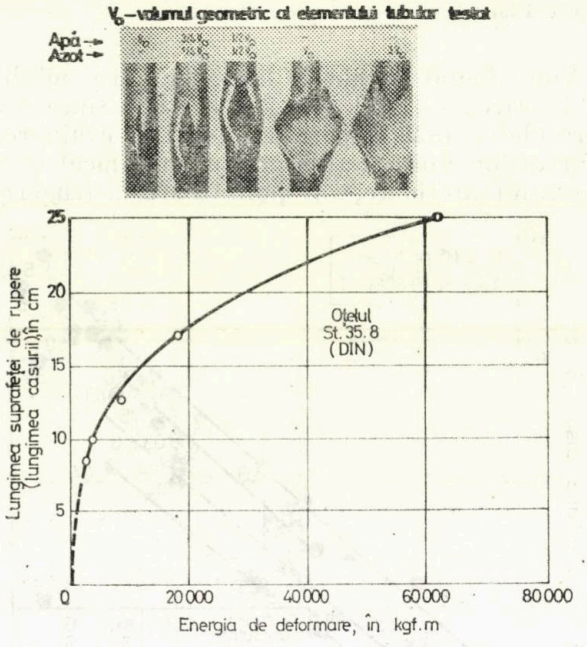


Fig. 3. Corelarea lungimii cusurii și a energiei de deformare, respectiv modificarea configurației geometrice a plesniturii, în funcție de ponderea volumică apă/azot a amestecului presurizat în interiorul elementelor tubulare [6]

rezolvat de către Reich ș.a. [12] într-o formulare neliniară, considerîndu-se comportarea elastoplastică a materialului și caracterul finit al deformațiilor. Calculele corespunzătoare au fost efectuate potrivit programului general NFAP, în care s-a utilizat schema de iterație modificată Newton — metoda rigidității tangențiale, cu corecția privind deviațiile. La început, discretizarea s-a imaginat sub forma unei rețele din 60 de elemente triunghiulare izoparametrice, ceea ce a permis rezolvarea așa-zisei probleme *plane* (bidimensionale) a fisurii longitudinale infinite. Abordarea și soluționarea problemei spațiale a fisurii longitudinale finite a implicat, însă, o rețea tridimensională cu 270 de elemente și 4 358 de noduri. Deși raportul dintre lungimea fisurii și adîncimea sa a fost suficient de mare (peste 13), sarcina limită, prognozată conform soluției problemei spațiale, s-a dovedit a fi de aproape 1,5 ori mai mică decît cea corespunzătoare ipotezei fisurii de lungime infinită. Ulterior, valorificînd formularea bidimensională în ipoteza subțierilor de perete în forma unor excavații eliptice, Reich ș.a. au prezentat rezultatele analizelor elastoplastice privind presurizarea interioară a elementelor tubulare într-un cîmp de temperatură ridicată [13].

Fundamentală este și lucrarea semnată de către Jones ș.a. [7], în care se prezintă diferite variante și programe universale de analiză neliniară a cedării distructive a tubulaturii, analiza respectivă efectuîndu-se în ipoteza formării de articulații plastice.

Recent, Baum [1] a comunicat elaborarea de modele teoretice care, în condițiile cedării (plesnirii) longitudinale, permit cuantificarea caracterului căderii de presiune într-o țeavă de oțel, presurizată cu mediu gazos, în funcție de extinderea dimensiunilor fisurii. S-a evidențiat, astfel, că procesul căderii de presiune are două faze: *prima* — caracterizată printr-o cădere relativ lentă de presiune în frontul de destindere, care se propagă înainte de muchia fisurii ce se extinde și a *doua* — căreia îi corespunde o cădere rapidă de presiune în zona cedării (plesniturii). În condițiile presurizării experimentale cu aer comprimat, efectuate pe elemente tubulare din oțel $D_e \times s_1 = 102 \times 1{,}6$ mm, plesnirea a survenit în partea de jos, în lungul unei secțiuni slăbite cu întindere determinată, aici modificarea de presiune urmărindu-se prin intermediul unor traductori piezoelectrici. De remarcat concordanța excelentă constatată între rezultatele teoretice și cele experimentale, lucrarea lui Baum avînd semnificație fundamental-aplicativă.

Unele dintre implicațiile de interes acut ale problemei blocării cedării tenace a tubulaturii conductelor magistrale subterane de gaze (gazoductelor) au fost studiate de către Bonomo și colaboratori [3]. Pentru a depăși dificultățile datorite absenței unor rezultate credibile ale încercărilor de laborator, privind măsurarea vitezei de eliberare a energiei materialului în procesul propagării distrugerii tenace și, de asemenea, ale inexistenței unor anterioare soluționări matematice simple, au fost necesare încercări naturale ale unor tubulaturi de conductă, efectuate la Centrul experimental din Italia. Modelul de cedare tenace, elaborat în lucrarea [3], s-a bazat pe ecuația de bilanț energetic, care include energia de deformare (elastică și plastică), energia cinetică, energia de distrugere, energia corespunzătoare pozării conductelor și energia fluidului gazos. Evident, drept criteriu de blocare a cedării tenace s-a impus, de la sine, nivelul minim de energie Charpy al sistemului în discuție. Spre deosebire de modelul Bonomo ș.a., modelele mai vechi, elaborate de institutul nordamerican AISI și Corporația britanică a gazelor, nu considerau nici mărimea eforturilor unitare (tensiunilor mecanice) inelare și nici adîncimea pozării conductei.

Un interes aparte prezintă lucrarea [8], care a avut ca obiectiv principal cercetarea experimentală a elementelor tubulare ale instalațiilor nuclearoenergetice, în scopul obținerii de informații privind cedarea lor, ca urmare a unor deformații crescătoare, sub efectul vibrațiilor în condiții de seism. Desigur, fenomenul distructiv corespunzător

este similar cu cel al oboselii oligociclice. În scopul precizat, țevile experimentale ($D_e \times s_1 = 165{,}2 \times 7{,}1$ mm, oțel japonez STS 42) s-au presurizat static, cu apă, la 105 bar, pentru atingerea nivelului de proiect al eforturilor unitare, iar apoi s-a aplicat sarcina alternant variabilă (ondulație sinusoidală) de încovoiere și/sau de răsucire. Pentru modelarea circumstanțelor unor cutremure puternice, s-au asigurat mai multe niveluri de intensitate ale sarcinilor variabile, astfel că, la exteriorul țevilor, au rezultat amplitudini ale deformației unitare de 0,3...2,0%. În finalul experimentărilor, s-a elucidat că maleabilizarea elementelor tubulare survine pentru niveluri joase ale eforturilor unitare corespunzătoare presurizării, între amplitudinea deformației specifice inelare ε_t, în % și numărul N_0 al ciclurilor de solicitare pînă la distrugere (cedare) stabilindu-se următoarele dependențe:

- în condițiile *încovoierii* țevilor rectilinii:

$$\left(\frac{\varepsilon_t}{12{,}4}\right)^{2{,}45} N_0 = 1;$$

- în condițiile *răsucirii*, țevilor rectilinii:

$$\left(\frac{\varepsilon_t}{6{,}05}\right)^{3{,}33} N_0 = 1;$$

- în condițiile *încovoierii* în planul său, a cotului din țeavă:

$$\left(\frac{\varepsilon_t}{6{,}09}\right)^{2{,}85} N_0 = 1.$$

Mai departe, lucrarea de față prezintă o modalitate analitică simplă de evaluare a presiunii de distrugere p_d, corespunzătoare cedării prin plesnire (spargere) longitudinală, în condițiile elementelor tubulare lungi (tubulaturilor) presurizate uniform la interior. În momentul distrugerii (dar mai ales înainte de aceasta), se presupune că tubulatura (țeava, tubul etc.), inițial cilindrică circulară, rămîne tot cilindrică circulară*, cu dimensiunile $D_m > D_m^0$, $s < s_0$ și $L = const.$, aici D_m^0, s_0 și L referindu-se la starea nesolicitată (inițială). Totodată, pe grosimea de perete s, eforturile unitare inelare (circumferențiale) σ_t, în N/mm², capătă o distribuție aproape uniformă ($\sigma_t = const.$) [2] și, în extremis, devin egale cu cele așa-zise de distrugere — prin plesnire — σ_d (fig. 4). Din condiția de echilibru evidentă, formulată în mod corespunzător, rezultă:

$$p_d = 2\sigma_d \left(\frac{s}{D_m}\right). \quad [\text{N/mm}^2, \text{MPa}] \qquad (1)$$

Întrucît, în circumstanțele precizate, deformațiile plastice sînt mari, compresivitatea materialului peretelui tubulaturii se poate neglija și atunci, din condiția constanței de volum a materialului dat, se obține:

$$s = s_s \frac{D_m^0}{D_m}. \qquad (2)$$

* Cazul practic al presurizării interioare uniforme ca efect al solidificării apei prin înghețare în tubulatura unei conducte.

La distrugere, respectiv la cedarea prin plesnire (spargere) longitudinală, deformația unitară (specifică) corespunzătoare:

$$\varepsilon_d = \frac{D_m}{D_m^0} - 1, \qquad (3)$$

eventual exprimată în %, trebuie să fie egală, cu lungirea unitară (specifică) la rupere δ a materialului peretelui, adică $\varepsilon_d = \delta$, rezultînd (δ în mm/mm):

$$D_m = D_m^0(1 + \delta), \qquad (4)$$

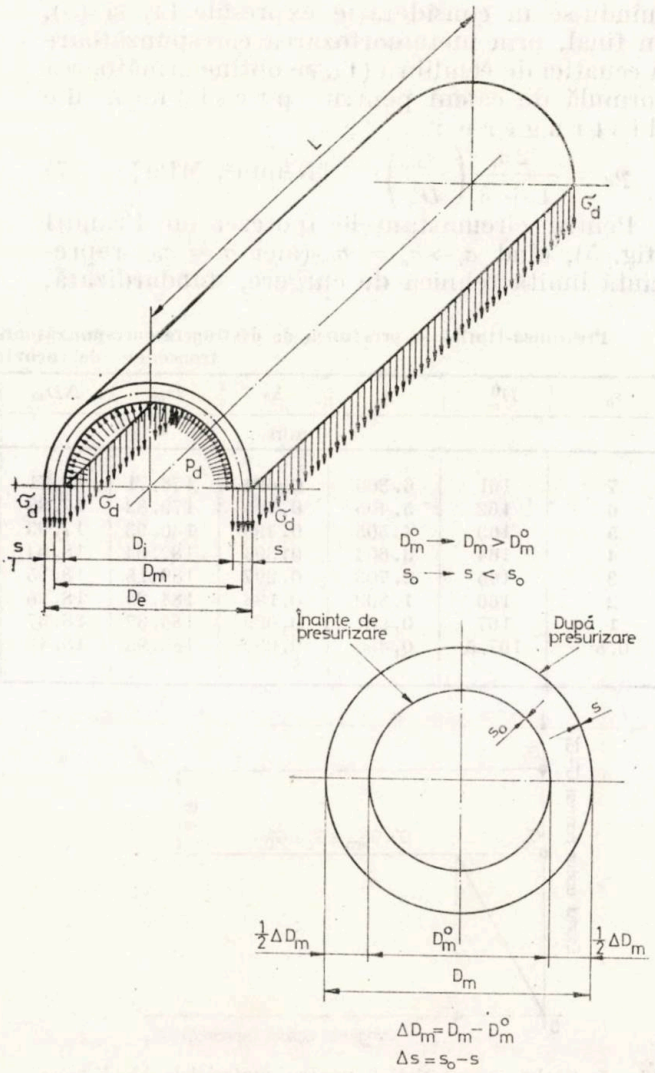


Fig. 4. Schema de calcul pentru elementele tubulare, presurizate uniform la interior, care cedează prin plesnire (spargere) longitudinală.

Semnificația notațiilor: D_i^0, D_e^0, D_m^0, D_i, D_e, D_m reprezintă diametrele interior, exterior și mediu ale peretelui tubular de rezistență, înainte de presurizare (cu exponent zero→inițial) și după presurizare (fără exponent→final), în mm; s_0, s — grosimea peretelui tubular de rezistență, înainte de presurizare (indice zero→inițial) și după presurizare (fără indice→final), în mm; L — lungimea elementului tubular (presupusă invariabilă), în mm; ΔD_m, Δs — variațiile diametrului mediu (creștere) și grosimei de perete (descreștere), ca efect al presurizării interioare, în mm; p_d, σ_d — presiunea interioară de distrugere, în N/mm² (MPa) sau bar (1 bar = 10 MPa), respectiv efortul unitar (inelar)→tensiunea mecanică (inelară) de distrugere, în N/mm².

iar tensiunea mecanică de distrugere σ_d trebuie să egaleze rezistența de rupere r e a l ă $\sigma'_r > \sigma_r$, respectiv $\sigma_d \to \sigma'_r$, ultima mărime determinîndu-se cu următoarea formulă aproximativă [2; 9]: $\sigma'_r \approx \sigma_r(1 + \delta)$, [N/mm²] (5) în care σ_r este rezistența de rupere standardizată, la temperatura de lucru (referință) dată, în N/mm², iar $\delta \to$ în mm/mm.

Pentru (formulele 2 și 4):

$$s = s_0 \frac{1}{1 + \delta}, \quad [\text{mm}] \qquad (6)$$

luîndu-se în considerație expresiile (4) și (5), în final, prin metamorfozarea corespunzătoare a ecuației de echilibru (1), se obține următoarea formulă de calcul pentru p r e s i u n e a d e d i s t r u g e r e :

$$p_d = \frac{2\sigma_r}{1 + \delta}\left(\frac{s_0}{D_m^0}\right). \quad [\text{N/mm}^2, \text{MPa}] \qquad (7)$$

Pentru circumstanțele ipotezei lui Prandtl (fig. 5), cînd $\sigma_t \to \sigma_c = \sigma_{0,2}$(aici $\sigma_c = \sigma_{0,2}$ reprezintă limita tehnică de curgere, standardizată, a materialului peretelui de rezistență, la temperatura de lucru/referință dată, în N/mm²), se definește și se introduce o așa-numită p r e s i u n e d e c e d a r e p r i n c u r g e r e p_c, adică o așa-numită p r e s i u n e - l i m i t ă p_{lim}, din punctul de vedere al cedării prin curgere, a cărei formulă evidentă de calcul este următoarea (de asemenea obținută din condiția de echilibru corespunzătoare):

$$p_{lim} \to p_c = 2\sigma_c\left(\frac{s_0}{D_m^0}\right), \quad [\text{N/mm}^2, \text{MPa}] \qquad (8)$$

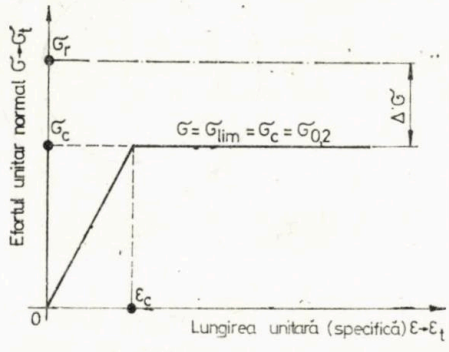


Fig. 5. Curba caracteristică pentru materialele ideal plastice (fără consolidare→ipoteza lui Prandtl).

rezultînd:

$$p_{lim} \to p_c = p_d(1 + \delta)\left(\frac{\sigma_c}{\sigma_r}\right), \quad [\text{bar}] \qquad (9)$$

respectiv:

$$p_d = \frac{p_c}{1 + \delta}\left(\frac{\sigma_r}{\sigma_c}\right), \quad [\text{bar}] \qquad (10)$$

unde $\sigma_c = \sigma_{0,2}$, σ_r și $\delta = \delta_5$ sînt caracteristici elastomecanice standardizate ($\sigma_c \to R_{0,2}$, $\sigma_r \to R_m$ și $\delta \to A_5$) ale materialului peretelui de rezistență al tubulaturii presurizate.

Exemplificativ, în tabelul 1 se dau valorile $p_{lim} \to p_c$ și p_d, obținute cu formulele corespunzătoare (8) și (7), în cazul tubulaturii unei conducte tehnologice care, în timpul exploatării, a fost afectată — pe unele tronsoane — de coroziune cvasiuniformă. Cum se vede din tabelul 1, pentru cazul concret dat, $p_d/p_c = 1{,}19$, deci p_d este cu 19 % mai mare decît p_c, respectiv $p_c/p_d = 0{,}84$, deci $p_c = 0{,}84\ p_d < p_d$.

Tabelul 1

Presiunea-limită și presiunea de distrugere corespunzătoare tubulaturii unei conducte tehnologice afectate — pe unele tronsoane — de coroziune cvasiuniformă

s_0	D_m^0	s	Δs	D_m	ΔD_m	σ_c	σ_r	δ	p_c	p_d
mm						N/mm²		%	bar	
7	161	6,306	0,694	178,71	17,71				356,5	423,0
6	162	5,405	0,595	179,82	17,82				303,7	360,4
5	163	4,505	0,495	180,93	17,93				251,5	298,5
4	164	3,604	0,396	182,04	18,04				200,0	237,3
3	165	2,703	0,297	183,15	18,15	410	540	11	149,1	176,9
2	166	1,802	0,198	184,26	18,26				98,8	117,2
1	167	0,901	0,099	185,37	18,37				49,1	58,3
0,5	167,5	0,450	0,050	185,93	18,43				24,50	29,0

Bibliografie

[1] B a u m, M. R. In: Trans. ASME. J. Pressure Vessels Technol. 1982, **104**, 1, 20—24.

[2] B i r g h e r, I. A. ș.a. *Rascet na procinost detalei mașin. Spravocinik.* Moskva, Mașinostroenie, 1979.

[3] B o n o m o, F. ș.a. In: Proc. Int. Conf. Anal. and Exp. Fracture Mech., Rome, June 23—27, 1980, Alphen aan den Rijn-Rockville, 1981, 553—566.

[4] C o p l e y, L. G. In: Internat. J. Fract. Mech., 1969, **5**, 2, 117—131.

[5] E l s u f i e v, S. A. In: Izv. Viss. uceb. zav. Mașinostroenie, 1979, 8, 152—154.

[6] I s s l e r, L., L e m p p, W., *Schadenskunde.* Universität — MPA — Stuttgart, Vorlesung SS 1974.

[7] J o n e s L. R. ș.a. In: Trans. 4th Int. Conf. Struct, Mech. React. Technol., San Francisco (Calif., U.S.A.), 1977, F. Amsterdam e.a., 1977, F 3.7/1.

[8] K i t a m u r a K., ș.a. In: Ishikawajima — Harima hiho, Tehikawiima — Jarima, Eng. Rev., 1980, **20**, 5, 299—306.

[9] P a v e l, A. *Elemente de inginerie mecanică (pentru petrochimie).* București, Editura didactică și pedagogică, 1981.

[10] P a v e l A. (coord.), *Avarii în petrochimie. Analiză, prevenire, combatere* **1**, București, Editura tehnică, 1986 (în pregătire).

[11] P o e c k A. In: 3R Int., 1977, **16**, 11—12, 660—663.

[12] R e i c h M. ș.a. In: Trans. 4th Int. Conf. Struct. Mech. React. Technol., San Francisco, (Calif., U.S.A.). 1977, F., Amsterdam, e.a., 1977, F (7.4/1—10.

[13] R e i c h M. ș.a. In: Trans. ASME J. Pressure Vessels Technol., 1978, **100**, 4, 354—359.

INSTALAȚII DE FORAJ

productivitate mare

precizie în foraj

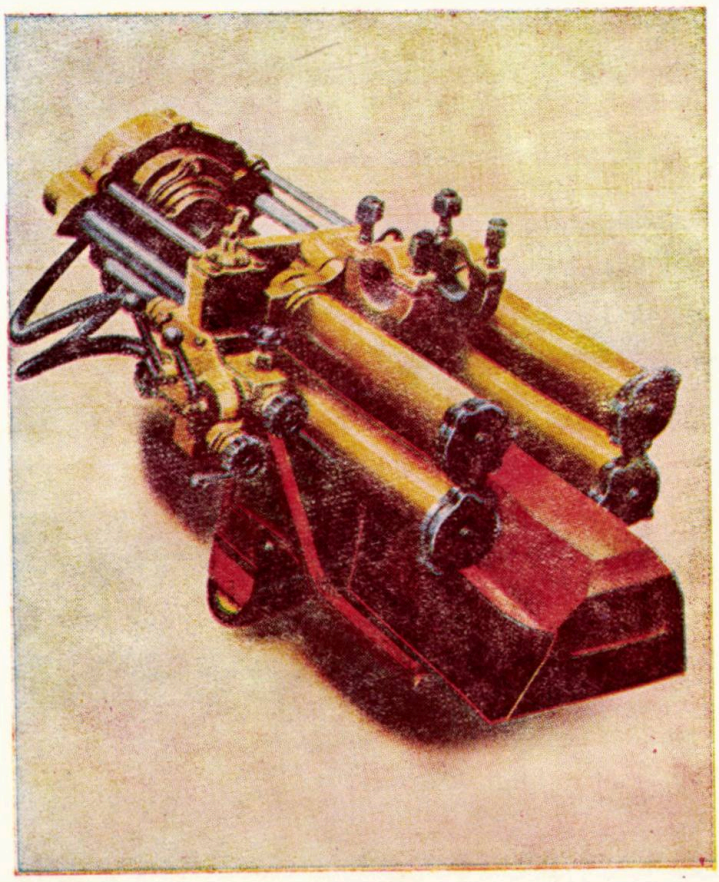
durată mare de exploatare

FOREZA NKR–100 M

- pentru forarea găurilor de mină în orice direcție, în roci de orice tărie;
- pentru extracția în subteran a minereurilor, cu tăierea masei prin găuri de mină adinci, în felii verticale sau orizontale;
- diamentrul găurii: 105 mm; adincimea: 50 m.

FOREZA BGA-2 CU AVANSARE HIDRAULICĂ

- pentru forarea rostogolurilor în cărbune, a găurilor de mină pentru evacuarea apelor, pentru aeraj și a altor găuri de mină în cărbune cu tărie diferită;
- pentru forarea găurilor de mină cu sfredele cu diametrul pînă la 97 mm, cu lărgirea lor ulterioară pînă la 390 sau 550 mm;
- forarea găurilor de mină cu lungimea de 60 sau 100 m, în tronsoane egale cu lungimea tijelor de 0,6 m.



CĂRUCIORUL DE FORAJ AUTOPROPULSAT TIP SBKN–2M PE ȘINE

- pentru perforarea găurilor de mină cu diametrul de 40–52 mm, cu adincimea de 2,5 m, prin procedeu rotativ-percutant;
- pentru săparea lucrărilor miniere orizontale cu o secțiune de 6–13 m².

INSTALAȚIE DE SĂPARE "STRELA–77"

- pentru săparea lucrărilor miniere în fund de sac, de jos în sus, cu o înclinare de 40–90°, cu un diametru de 1 000 mm și o lungime pînă la 100 m, în roci cu coeficient de tărie pînă la 10;
- este prevăzută cu dispozitiv pentru forare dirijată;
- se livrează cu dispozitiv cu acționare electrică sau pneumatică.

MACHINOEXPORT

USSR MOSCOW 117330 ✉ MOSCOW V-330 MACHINOEXPORT

☎ 147-15-42, 143-84-68 ✉ 411207, 411242 MCHEX SU

1985 OKT 4

centrul de calcul electronic minier

CEMIN, CLUJ-NAPOCA

EXECUTA PENTRU TOATE UNITATILE CE DESFASOARA ACTIVITATE TOPOGRAFICA LA ZI SI IN SUBTERAN AUTOMATIZAREA URMATOARELOR LUCRARI:

- Calculul coordonatelor rectangulare ale punctelor ridicate prin orice tip de măsurători terestre;
- Redactarea planurilor de situaţie pînă la faza de plan legat;
- Proiectarea şi realizarea produselor informatice orientate spre proiectare asistată de calculator conform specificaţiilor beneficiarilor.

CLUJ-NAPOCA, str. Horea nr. 78,
cod 3400, telefon 30164, 36036,
telex 31416a.

E 1445

MINE PETROL GAZE

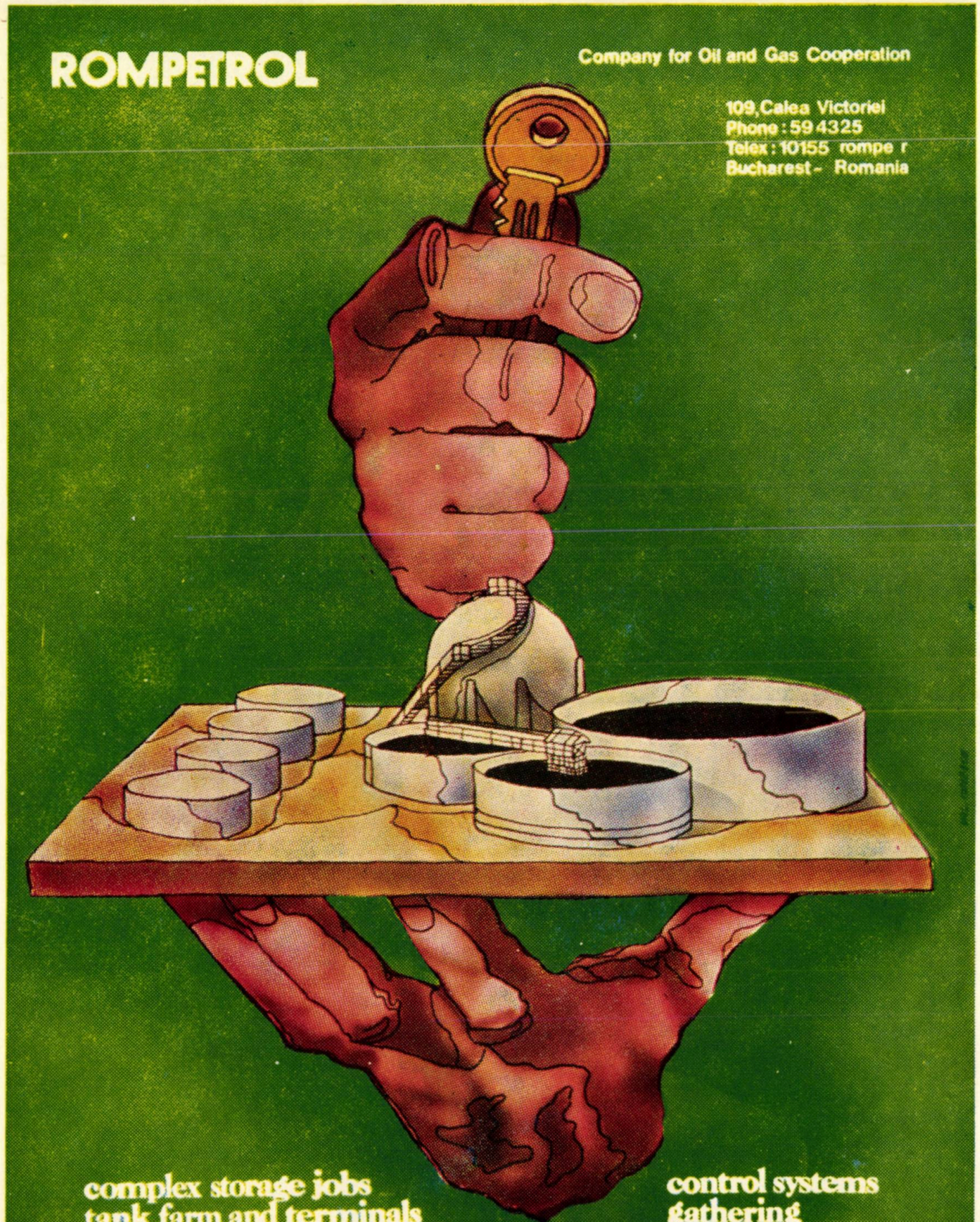
BUCUREŞTI — ROMÂNIA • Vol. 36, octombrie 1985

10

ROMPETROL

Company for Oil and Gas Cooperation

109, Calea Victoriei
Phone: 59 43 25
Telex: 10155 rompe r
Bucharest - Romania



complex storage jobs
tank farm and terminals
loading
and unloading facilities

control systems
gathering
and treatment
of associated gas

CONSILIUL NAȚIONAL AL INFORMĂRII ȘTIINȚIFICE

MINE, PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR ŞI MINISTERULUI PETROLULUI

ANUL XXXVI

Nr. 10 1985

CUPRINS

* * * **Ziua petrolistului** 477

Pavel, A. **Gheaţa şi acţiunea ei distructivă în componentele instalaţiilor tehnologice (I)** 479

Ulmanu, V., Raşeev, D., Marcu, M., Minescu, M. **Cercetări şi experimentări privind construcţia şi exploatarea fusului capului hidraulic** 488

Paraschiv, D. **Zona Căldăraru — din evoluţia ei neogenă şi punerea în loc a zăcămintelor de hidrocarburi** 497

Vescan, D., Ioniţă M. **Determinarea pe modele fotoelastice a influenţei susţinerilor mecanizate asupra stării tensionale a rocilor înconjurătoare din zăcămintele de lignit daciene** 502

Cristescu, N., Massier, D., Dobre-Pall, M., Nicolae, M., Cristescu, C., Teodorescu, S. **Determinarea deformării lente în timp a lucrărilor miniere orizontale cu secţiune circulară** 509

Zamfir, V., Andraş, I., Bolog, C. **Proiectarea mecanismului pentru deschiderea-închiderea automată a uşilor podurilor de siguranţă din puţurile de mină în săpare (II)** 518

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. **VASILE SCRIPĂŢ**, *preşedinte*; dr. ing. **GHEORGHE ALDEA**; ing. **ŞTEFAN BENEA**; dr. geol. **IOSIF BERCIA**; ing. **TEODOR BORU**; dr. ing. **GHEORGHE DONŢOV DANU**; dr. ing. **IANCU GEANGĂLĂ**; dr. ing. **FLOREA NEAGU**; ing. **NICOLAE PANTILIE**; **ELENA VRĂNCEANU**, *redactor.*

REZUMATE

C.Z. 622. 276

* * * *Ziua petrolistului*

Mine, Petrol şi Gaze, vol 36, nr. 10, 1985

C.Z. 622.6924; 622.323

P a v e l, A. *Gheaţa şi acţiunea ei distructivă în componentele instalaţiilor tehnologice* (I)

Se analizează fenomenul formării gheţii şi efectele ei distructive, în cazul general al incintelor tehnologice tubulare cu aplicaţie la rezervoare, recipiente, tubulaturi, conducte etc. Se prezintă caracteristicile fizico-mecanice reprezentative ale gheţii şi se elaborează o metodă analitică de evaluare a intensităţii presiunilor gheţii.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 10, 1985

C.Z. 622.243.92

U l m a n u, V. ş. a. *Cercetări şi experimentări privind construcţia şi exploatarea fusului capului hidraulic*

Se analizează complet starea de tensiuni din îmbinarea filetată a capului hidraulic, stabilindu-se ciclul real de solicitare în exploatare şi distribuţia tensiunilor în cep şi mufă. De asemenea, se prezintă o bază completă de date caracterizînd materialul fusului capului hidraulic din punct de vedere metalurgic, al caracteristicilor mecanice şi al rezistenţei la solicitări variabile, determinate atît pe baza cercetărilor proprii, cît şi pe baza datelor din literatura de specialitate. Se determină valorile optime ale momentului de prestrîngere, prescriindu-se, pentru controlul orientativ al acestuia, deplasările relative pe circumferinţă între fus şi reducţia de legătură.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 10, 1985

C.Z. 553.98 : 551.24

P a r a s c h i v, D. *Zona Căldăraru — din evoluţia ei neogenă şi punerea în loc a zăcămintelor de hidrocarburi*

Situată la periferia estică a oraşului Bucureşti, zona Căldăraru a fost afectată în timpul Sarmato-Pliocenului de o reţea de falii active, sinsedimentare. Ca urmare, intensitatea mişcărilor tectonice, pasul faliilor, rata de acumulare şi grosimea sedimentelor au variat în timp şi spaţiu. Apogeul instabilităţii tectonice a fost atins în timpul Meoţianului, iar aria cea mai mobilă corespunde unui graben. Potrivit analizei făcute de autor, se pare că punerea în loc a zăcămintelor de ţiţei din zona Căldăraru s-a produs la sfîrşitul Ponţianului — începutul Dacianului.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 10, 1985

C. Z. 622.332 :622.284 :65.011.54 :622.834.2

V e s c a n, D., I o n i ţ ă, M. *Determinarea pe modele fotoelastice a influenţei susţinerilor mecanizate asupra stării tensionale a rocilor înconjurătoare din zăcămintele de lignit daciene*

Beneficiind de avantajul vizualizării pe modele fotoelastice a stării tensionale generate de exploatarea subterană a lignitului, autorii efectuează un studiu comparativ dintre o susţinere mecanizată de abataj de tip îngrăditor şi o susţinere de tip susţinător, în vederea alegerii de noi susţineri şi a optimizării celor existente.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 10, 1985

C.Z. 622.26 : 622.834.2

C r i s t e s c u, N. ş.a. *Determinarea deformării lente în timp a lucrărilor miniere orizontale cu secţiune circulară*

Autorii dau formularea matematică a fluajului rocilor şi soluţia elastică, adică distribuţia de tensiuni, deformaţii şi deplasări în jurul unui tunel orizontal. Pentru a descrie fluajul rocii este utilizat un model elastoviscoplastic particularizat pentru rocă andezitică de la Suior. Din distribuţia de tensiuni rezultă că într-un anumit domeniu din vecinătatea tavanului sînt posibile ruperi prin tracţiune. Se determină cantitatea de rocă ce se poate desprinde.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 10, 1985

C. Z. 622.251 :621.86.078.39 :622.674

Z a m f i r, V., A n d r a ş, I., B o l o g, C. *Proiectarea mecanismului pentru deschiderea-închiderea automată alternativă a uşilor podurilor de siguranţă din puţurile de mină în săpare (II).*

Se prezintă sinteza camelor de pe sania de ghidare a chiblei folosite la deschiderea-închiderea automată a uşilor podurilor de siguranţă din puţurile de mină în săpare. Sînt redate rezultatele pentru şapte legi de mişcare obţinute cu calculatorul pe un exemplu practic, precum şi o nomogramă pentru obţinerea grafică a profilului camei.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 10, 1985

CONTENTS

C.Z. 622.276

* * * *The Oil Worker's Day*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 10, 1985

C.Z. 622.692.4 : 622.323

P a v e l, A. *Ice and its destructive action against processing plant components (I)*

The ice formation and its destructive effects are examined with reference to the general case of tube-type process enclosures, applied to : resevoirs, tanks, tubes, pipelines etc. The relevant physical-mechanical characteristics of ice are presented and an analytical method for ice pressure estimation is worked out.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 10, 1985

C.Z. 622.243.92

U l m a n u, V. e t a l. *Research and testing work regarding the building and operation of the swivel shank*

The complete pressure status in the threaded joint of the swivel is examined, pointing out the actual strain cycle in the operation and the tension distribution between the shank and the sleeve. Also, a complete data base regarding the mechanical characteristics and the resistance to variable strains characterizing the material of the swivel shank is presented, determined both on the basis of the authors'own investigation as well as on the basis of the data mentioned in the related literature. The optimized values of the pretightening torque are determined and for its orientative control the relative displacements on the circumference between the shank and the sleeve are recommended.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 10, 1985

C.Z. 553.98 : 552.24

P a r a s c h i v, D. *The Căldăraru zone — its neogene development and location of the hydrocarbon deposits*

Located on the eastern outskirts of Bucharest the Căldăraru zone was affected by a net of active, sinsedimentary fractures during the sarmato-pliocene. Consequently, the intensity of the tectonic movements, the fractures pitch, the accumulation rate and the sediments thickness has varied in time and space. The peak of the tectonic instability was reached during the meotian, and the most mobile area corresponds to a graben. According to the author's investigations the location of the hydrocarbon deposits in the Căldăraru zone took place at the end of the pontian—beginning of the dacian.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 10, 1985

C.Z. 622.332 :622.284 :65.011.54 :622.834.2

V e s c a n, D., I o n i ţ ă, M. *Photoelastic model assessment of the influence of the powered supports upon the enclosint rock tensional status in the ligniie deposits*

By taking the advantage of the photoellastic model visualization of the tensional status generated by the underground mining of lignite the author presents a comparative study for a chock type and a shiel type powered support, with the purpose of selecting new supports and optimizing the existing ones.

Mine, Petrol şi Gaze, vol 36, nr. 10, 1985

C.Z. 622.26 : 622.834.2

C r i s t e s c u, N. et al. *Determination of the slow deformation in time of the horizontal mining workings with circular section*

The authors present the mathematical formulation of the rock crecping and the elastic solution, that is the pressure, deformation and displacement distribution round a horizontal tunnel. In order to describe the rock creeping, an elasto- visco- plastical model applied to an andesitic rock from Suior is used. From the pressure distribution there results that in a certain area in the roof proximity tensile cracks are possible. The rock amount which can be released is determined.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 10, 1985

C.Z. 622.257 :621.86.078.39 : 622.674

Z a m f i r, V., A n d r a ş, I., B o l o g, C. *The design of a mechanism for the automatic alternative opening and closing of the safety platform doors of sinking mine shafts (II)*

The authors presents the synthesis of the kibble guiding sledge cams used for the automatic opening and closing of the safety platform doors in the sinking mine shafts. The results are given for seven movement laws obtained on a computer for a practical example as well as a nomogram for the graphical cam determination.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 10, 1985

СОДЕРЖАНИЕ

C.Z. 622.276

* * * *День нефтяника*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 10, 1985

C.Z. 622.692.4: 622.323

П а в е л, А. *Дед и его диструктивное действие на компонентах технологических установок (I)*

Описано явление образования лёда и его диструктивные последствия, в общем случае технологических трубных помещений с применением для резервуаров, баков, труб, трубопроводов и др. Представлены физикомеханические характеристики лёда и разработан аналитический метод оценки интенсивности давления лёда.

К л ю ч е в ы е с л о в а: лёд, диструктивное действие, технологические установки, резервуары, трубопроводы.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 10, 1985

C.Z. 622.243.92

У л м а н у, В. и д р. *Исследования и эксперименты касательно конструкции и эксплуатации хвостовика вертлюга*

Полно анализировано напряжённое состояние на резьбовых соединениях вертлюга, устанавливая фактический цикл загрузки в эксплуатации и распределение напряжения в вертлюге и муфте. Тоже, представленная полная база данных, характеризующих материал хвостовика вертлюга с металлургической точки зрения, механических характеристик и сопротивления переменным загрузкам, оределённым как на основе собственных исследованиях, так и на основе данных литературы. Определены оптимальные моменты предвинчивания, предписывая, для ориентативного контроля, относительные перемещения по окружности между хвостовиком и переводником.

К л ю ч е в ы е с л о в а: вертлюг, напряжённое состояние, резьбовые соединения, сопротивление, механические свойства.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 10, 1985

C.Z. 553.98.551.24

Параскив, Д. *Зона Кэлдэрару — о его неогенной эволюции и развития углеводородных месторождений*

Расположена на восточной периферии города Бухарест, зона Кэлдэрару была разрушена в сарматоплиоцене сетью активных синседиментарных, сбросов. Ввиду этого, интенсивность тектонических движений, шаг сбросов, рифм накопления и толщина осадков переменялись во время и в пространство. Наибольшая тектоническая неустойчивость была достигнута в миоцене, а самый подвижной периметр соответствует грабену.

Согласно анализу автора, кажется, что развитие нефтяных месторождений в зоне Кэлдэрару произошло в конце понциана-начало дакиана.

Ключевые слова: зона Кэлдэрару, углеводородные месторождения, тектонические разрушения, сбросы.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 10, 1985

C.Z. 622.332: 622.284: 65.011.54: 622.834.2

Вескан, Д., Йоницэ, М. *Определение, на фотоэластических моделях, влияния механических крепей на напряжённое состояние вмещающих пород в лигнитных месторождениях*

Используя фотоэластические модели для наблюдения напряжённого состояния, образованного подземной разработкой лигнита, авторы проводят сопоставимый анализ между механической крепью оградительного типа и крепью поддерживающего типа, в виду отбора новых крепей и оптимизации действующих.

Ключевые слова: фотоэластическая модель, напряжённое состояние, крепь, оптимизация, отбор.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 10, 1985

C.Z. 622.26 : 622.834.2

Кристеску, Н. и др. *Определение временно медленной деформации горизонтальных кольцевых выработок*

Авторы предъявляют математическую ползучесть пород и гибкое решение, т.е. распределение напряжений, деформаций и схождения вокруг горизонтального тоннеля. Для описания ползучести пород использована отдельная эластовязкопластическая модель для андезитовой породы в Шуйоре. По распределению напряжений выявлено, что в определённой области вблизости кровли возможны порывы при затяжке. Определено количество отжимной породы.

Ключевые слова: деформации, ползучесть, напряжение, эластовязкопластическая модель, андезит.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 10, 1985

C.Z. 622.251: 621.86.078.39: 622.674

Замфир, В., Андраш, И., Балог, К. *Проектирование механизма для автоматического последовательного открытия-закрытия дверей предохранительных мостов в стволе в проходке* (II)

Представляется синтез кулачков направляющей каретке бадьи используемой для автоматического открытия-закрытия дверей предохранительных мостов в стволе в проходке. Показаны результаты семи законов движения полученные на ЭВМ на практическом примере, а также номограмма для графического получения профиля кулачка.

Ключевые слова: механизм, предохранительные мосты, автоматическое открытие-закрытие, результаты, ЭВМ.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 10, 1985

INHALT

C.Z. 622.276

* * * *Der Erdölarbeiterstag*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 10, 1985

C.Z. 622.692.4 ; 622.323

Pavel, A. *Der Eis und seine destructive Wirkung auf die Komponenten der technologischen Anlagen (I)*

Überprüft wird die Erscheinung der Eisbildung und ihre destruktiven Wirkungen, für den allgemeinen Fall der rohrförmigen, technologischen Räume mit Anwendung auf Tanks, Behälter, rohrförmigen Materialien, Leitungen etc. Vorgestellt werden die physikalischen-mechanischen Charakteristiken des Eises und eine analytische Methode für die Einschätzung der Eisdruckhöhen wird erarbeitet.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 10, 1985

C.Z. 622.243.92

Ulmanu, V. *Forschungen und Versuche über die Ausführung und den Einsatz des Einsteckendes des Rotationskopfes*

Überprüft wird der Druckzustand in der Gewindenverbindung des Rotationskopfes, wobei der wirkliche Beanspruchungszyklus im Betrieb und die Druckverteilung zwischen dem Einsteckende und der Muffe festgestellt werden. Vorgestellt wird auch eine komplette Datenbasis, welche das Ausführungsmaterial des Einsteckendes des Rotationskopfes aus metallurgischem Standpunkt, als mechanischen Charakteristiken und Widerstand auf variablen Beanspruchungen kennzeichnet. Diese wurden auf Grund eigener Untersuchungen sowie der Angaben der Fachliteratur festgestellt. Bestimmt werden die optimale Werte des Vorziehensmomentes, wobei, für dessen orientative Kontrolle die relativen Bewegungen auf der Kreislinie zwischen dem Einsteckende und der Verbindungsreduktion empfohlen werden.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 10, 1985

C.Z. 553.98 : 551.24

Paraschiv, D. *Das Bereich Căldăraru — seine neogäne Entwicklung und die Anlagerung der Kohlenwasserstofflagerstätten*

Am ostlichen Rand der Stadt Bukarest sich befindend, wurde das Bereich Căldăraru während des Sarmato-Pliozäns von einem Netz von aktiven, sinsedimentären Verwerfungen beeinflüsst. Als Folge hat die Stärke der tektonischen Bewegungen, die Akkumulationsrate und die Mächtigkeit der Sedimente, in der Zeit und im Raum geschwankt. Das Apogäum der Unstabilität wurde während des Mäots erreicht, und das beweglichste Bereich einem Graben entspricht. Auf Grund der vom Verfasser durchgeführten Untersuchungen scheint es dass die Anlagerung der Kohlenwasserstofflagerstätten in dem Bereich Căldăraru am Ende des Ponts-Anfang des Daciens stattgefunden hat.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 10, 1985

C.Z. 622.332 :622.284 :65.011.54 :622.834.2

Vescan, D., Ioniţă, M. *Die Bestimmung auf photoelatischen Modellen des Einflusses der mechanisierten Ausbauausrüstungen auf dem Spannungszustand des Nebengesteins in den Lignitlagerstätten*

Unter Benutzung des Sichtbarkeitsvorteils auf photoelastischen Modellen des durch den untertägigen Lignitabbau generierten Spannungszustands führen die Verfasser ein Vergleichsstudium zwischen einer Bock — und einer Schieldausbauausrüstung, zwecks der Wahl neuer Ausbauausrüstungen und der Optimierung der bestehenden, durch.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 10, 1985

CZ. 622.26 : 622.834.2

Cristescu, N. et al. *Die Bestimmung der langsamen Zeitdeformierung der bankrechten Grubenbaue mit rundformigen Querschnitt*

Die Verfasser geben die mathematische Formullierung des Gesteinkriechens und die elastische Lösung, d.h. die Druck-, Deformations- und Verschiebungsverteilungen um einen bankrechten Tunnel, an. Um das Gesteinkriechen zu beschreiben wird ein elastoviskoplastisches Model eines andesitischen Gesteins von Suior benutzt. Aus der Druckverteilung geht es hervor dass in einem bestimmten Bereich neben dem Hangenden Zugrisse zu erwarten sind. Die Gesteinmenge welche sich auslösen kann, wird festgestellt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 10, 1985

C.Z. 622.257 :621.86.078.39 :622.674

Zamfir, V., Andraş, I., Bolog, C. *Die Projektierung der Mechanisme für das automatische wechselnde Aus — und Zumachen der Sicherheitsbühnentüren der abteufenden Grubenschächten (II)*

Vorgestellt wird das graphische Synthesenverfahren, des Nockenprofils des Schlepptroges der Kübelführung für das automatische wechselnde Aus — und Zumachen der Sicherheitsbühnentüren in einem neuen Verfahren und einer neuen Vorrichtung für die abteufenden Grubenschächten.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 10, 1985

SOMMAIRE

C.Z. 622.276

* * * *Le Jour du pétroliste*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 10, 1985

C.Z. 622.296.4 : 622.323

Pavel, A. *La glace et son action destructive dans les composants des installations technologiques (I)*

On analyse le phénomène de la formation de la glace et les effets destructifs de celle-ci, dans le cas général des enceintes technologiques tubulaires avec des applications aux réservoires, récipients, tubulatures, tuyaux etc. On présente les caractéristiques physiques-mécaniques représentatives de la glace et on élabore une méthode analytique d'évaluation de l'intensité des préssions de la glace.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 10, 1985

C.Z. 622.243.92

Ulmanu, V. et. al. *Recherches et experimentations concernant la construction et l'exploitation du tourillon de l'émerillon*

On analyse complètement l'état de tension dans l'assemblage à filet de l'émerillon, en établissant le cycle réel de solicitation dans l'exploitation et la distribution des tensions dans le tenon et dans le manchon. De même, on présente une base complète de données qui caractérise le materiel du tourillon de l'émerillon du point de vue métallurgique, du point de vue des caractéristiques mécaniques et de la résistance aux sollicitations, aussi qu'en base des données de la littérature de spécialité. On détérmine les valeurs optimes du moment de préserrement, en préscrivant les déplacements relatifs sur la circonference entre le tourillon et la réduction de liaison, pour le contrôle préventif de celui-ci.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 10, 1985

C.Z. 553.98 : 551.24

Paraschiv, D. *La zone Căldăraru — de son évolution neogène et la mise en place des gisements de hydrocarbures*

Située à la périphérie de la part de l'ouest de Bucharest, la zone Căldăraru a été affectée au cours du sarmato-pliocène par un réseau de failles actives, sinsédimentaires. Par conséquant, l'intensite des mouvements tectoniques, le pas des failles, le taux d'accumulation et l'épaisseur des sédiments a varié en temps et en espace. L'apogée de l'instabilité tectonique a été atteint pendant le méocien et l'aire la plus mobile correspond à un graben. Conformément à l'analyse éffectuée par l'auteur il parait que la mise en place des gisements de pétrole de la zone Căldăraru s'est produit à la fin du pontien-debut du dacien

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 10, 1985

C.Z. 622.332 :622.284 :65.011.54 :622.834.2

Vescan, D., Ioniţă, M. *La détermination de l'influence des soutènements mécaniques sur l'état de tensions des roches encaissantes des gisements de lignite, à l'aide des modèles fotoélastiques*

Bénéficiant de l'avantage de la visualisation sur les modèles fotoélastiques de l'état de tension engendré par l'exploitation souterraine du lignite, les auteurs font un étude comparatif d'un soutènement mécanique en taille de type enclos et d'un soutènement de type appui, en vue de choisir de nouveaux soutènements et d'optimiser les types qui existent déja.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 10, 1985

C.Z. 622.26 : 622.834.2

Cristescu, N., ş.a., *La détermination de la déformation lente au cours du temps des travaux miniers horizontaux à section circulaire*

Les auteurs donnent l'expression mathématique du fluage des roches et la sollution élastique, c'est à dire la distribution des tensions, déformations et déplacements autour d'un tunnel horizontal. Afin de décrire le fluage des roches on utilise un modèle elastique-visqueux-plastique désigné spécialement pour une roche andésitique de Suior. De la distribution des tension résulte que dans un certain dommaine de la proximité du toit il existe la possibilité de l'apparition des ruptures par traction. On détermine la quantité de roches qui peuvent être disloquées.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 10, 1985

C.Z. 622.251 :621.86.078.39 :622.674

Zamfir, V., Andraş, I., Balog, C. *Projéction du mécanisme pour l'ouverture — fermeture automatique alternative des portes des plate-formes de sûreté des puits de mine en fonçage* (II)

On présente la synthèse des cames des traîneaux de guidage de la benne utilisées à l'ouverture-fermeture automatique des portes des plateformes de sûreté situées dans les puits de mine en fonçage. De même, on présente les résultats pour sept lois du mouvement, obtenus à l'aide du calculateur sur un exemple pratique, ainsi, qu'une nomogramme pour la représantion graphique du profil de la came.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 8, 1985

Revista MINE, PETROL şi GAZE este editată de Oficiul de informare documentară pentru industria minieră, Bucureşti, Calea Victoriei 220, sector I, cod. 71104, C.P. 22 — 146, telefon 59.29.75.

Tiparul : Întreprinderea poligrafică „Informaţia" str. Brezoianu nr. 23—25, Bucureşti c. 1497

Preţul : 13 lei/exemplar

Grafica : A. Socaciu

c 1497

43 103

ZIUA PETROLISTULUI

Sărbătorirea în acest an a Zilei petrolistului are loc în climatul de puternic avînt revoluționar în care muncesc, cu devotament și eroism, petroliștii pentru înfăptuirea sarcinilor și Directivelor Congresului al XIII-lea al Partidului Comunist Român — dezvoltarea bazei de materii prime minerale și de energie, în vederea asigurării, în cît mai mare măsură, din resurse proprii, a necesarului economiei, în principal pe baza programului de cercetare geologică pentru creșterea rezervelor de țiței și gaze naturale, dar și prin aplicarea, pe scară largă, a metodelor de exploatare de mare productivitate.

Acționînd pe linia experienței dobîndite de-a lungul a peste 125 ani de existență a industriei extractive petroliere românești, aliniind tradiția la cele mai noi realizări tehnice și tehnologice mondiale și la cele rezultate din cercetarea proprie, petroliștii din numeroase brigăzi și schele obțin succese însemnate în realizarea nivelurilor prevăzute pentru extracția țițeiului, în intensificarea forajului pe structurile de mare adîncime și pe platforma continentală marină, precum și în creșterea factorului final de recuperare a rezervelor din zăcăminte.

Prin studiile geologice de sinteză efectuate de Institutul de cercetări și proiectări pentru petrol și gaze din Cîmpina, în strînsă colaborare cu specialiștii din unitățile productive și din Ministerul Geologiei, au fost descoperite în perioada 1984—1985 noi zăcăminte care vor aduce un aport important la creșterea rezervelor de hidrocarburi fluide ale țării.

Astfel, dintre zăcămintele de țiței se menționează: Girișu de Criș, Silindru, Stoienița, Făurești-nord, Butești, Schela, Bragadiru-sud, Buiești, Progresu, Dărăști, Provița, Vîrful Drăgănesei, Cătrunești, Milcovăț și Albeni, iar dintre zăcămintele de gaze: Ciavoș, Arpășel, Răcari, Poiana Mare, Bragadiru-sud, Cecheși, Agnita, Văleni și Pădureni.

Un loc de frunte în lista descoperirilor din ultima perioadă îl constituie zăcămintele de țiței și gaze din platforma continentală românească a Mării Negre — zonă în care petroliștii români depun mari eforturi pentru producerea industrială a primelor cantități de țiței și gaze.

În perioada care urmează, activitatea de cercetare geologică se va axa, mai ales, pe studierea posibilităților de descoperire a noi zăcăminte la adîncimi din ce în ce mai mari (3 000—5 000 m și chiar 7 000 — 10 000 m).

Activitatea de foraj pentru producție, în paralel cu forajul pentru cercetarea geologică și cu programul de cercetare în platforma continentală a Mării Negre, se bucură de un sprijin deosebit din partea conducerii partidului și statului nostru.

În cadrul programului prioritar de introducere a progresului tehnic, la forajul sondelor de mare adîncime, în vederea creșterii vitezelor de foraj, se pot menționa următoarele realizări mai importante:

— stabilirea condițiilor geologo-fizice specifice pentru structurile cu perspective de hidrocarburi la mare adîncime și readaptarea continuă a acestora în funcție de noile informații obținute de la sondele săpate;

— alegerea programelor de construcție optime în funcție de condițiile geologo-fizice estimate;

— elaborarea unor programe adecvate pentru prevenirea dificultăților, prin alegerea tipului optim de fluid de foraj și a caracteristicilor reologico — coloidale;

— optimizarea parametrilor regimului de foraj în vederea utilizării raționale a tipodimensiunilor de sape adecvate formațiunilor ce urmează a fi traversate și creșterii forabilității;

— perfecționarea continuă a fluxului informațional, utilizînd aparatura de măsură și control existentă și introducerea treptată în practica curentă a complexelor automate de colectare și prelucrare a informațiilor.

În forajul de mare adîncime, în ultimii ani s-a atins adîncimea record (7 025 m) pentru țara noastră, la sonda 7 000 Băicoi (adîncimea maximă atinsă anterior, 6 505 m).

În domeniul extracției de țiței, în ultimul an al cincinalului au fost intensificate eforturile pentru realizarea de operații de stimulare a sondelor prin fisurări acide și tratamente termo-gazo-chimice la zăcămintele cu permeabilitate redusă și adîncimi mari specifice structurilor Vîrteju și Contești. Tot în aceste zone s-au dezvoltat foarte mult operațiile de pornire a sondelor prin denivelare cu azot, în special la sondele de mare adîncime, reușindu-se punerea lor în producție într-un timp foarte scurt.

Tehnologia de echipare a sondelor în gaz-lift cu supape de pornire s-a extins pe structurile Vîrteju, Conteşti, Oprişeneşti, Brădeşti, Clejani şi Poeni. În urma acestor operaţii şi a altor măsuri de îmbunătăţire a regimului tehnologic de gaz-lift s-a obţinut în primul semestru al acestui an o producţie suplimentară de peste 21 000 tone ţiţei.

Tehnologiile de combatere a viiturilor de nisip au fost aplicate, numai în primul semestru al acestui an, la aproape 500 sonde, de la care s-a obţinut o producţie suplimentară de circa 20 000 tone ţiţei.

Pe baza rezultatelor obţinute la experimentarea pompelor cu cilindru lung, din import, a cercetărilor proprii şi a cooperării institutelor şi uzinelor specializate, s-a asimilat un nou tip de pompă fără cămăşi, denumită pompă-manta-cilindru. Construcţia nouă de pompă prezintă, printre principalele avantaje, o mărire a duratei de funcţionare şi, implicit, o reducere substanţială a cheltuielilor cu intervenţiile pentru schimbarea pompelor. Pînă în prezent au fost confecţionate şi aplicate la sonde peste 500 pompe, iar în perspectiva anului 1986 se va ajunge la 5 000 pompe.

Una dintre cele mai importante sarcini actuale ale industriei extractive de ţiţei din ţara noastră este creşterea apreciabilă a factorului de recuperare a ţiţeiului din zăcămintele cunoscute sau cele noi. Aceasta presupune studierea teoretică, experimentarea în laborator şi şantier, evaluarea rezultatelor şi extinderea industrială a metodei.

Ca urmare a programului prioritar de creştere a factorului final de recuperare a ţiţeiului, lansat în anul 1970 din iniţiativa conducerii partidului, Institutul de cercetări şi proiectări pentru petrol şi gaze a elaborat numeroase studii destinate continuării exploatării unor zăcăminte vechi prin metode noi sau destinate exploatării cît mai eficiente a zăcămintelor noi. Începînd din anul 1970, au fost extinse metodele clasice de creştere a recuperării (injecţia de apă sau de gaze), au fost dezvoltate metode noi care se aflau în acel moment în fază incipientă (combustia subterană, injecţia de abur, îndesirea reţelei de sonde) şi au fost introduse metode noi (injecţia de apă aditivată cu polimeri, injecţia de soluţii micelare, injecţia de bioxid de carbon, microemulsii sau sulfoctanţi etc.). Studiile de zăcămînt au fost sau sînt traduse în viaţă de echipe complexe formate din autorii studiilor şi specialişti din unităţile respective.

Ca urmare a intensificării aplicării metodelor clasice, au fost obţinute rezultate bune în numeroase zăcăminte cum sînt de exemplu: Videle, Zemeş, Cilioaia, Tazlău, Moineşti, Ticleni, Strîmbu, Slătioarele etc.

Dintre metodele noi, cele mai bune şi mai numeroase rezultate au fost obţinute prin combustie subterană aplicată la Suplacu de Barcău, Bălăria, Videle, Băbeni, Gura Ocniţei etc. şi prin injecţie de abur utilizată cu succes la Suplac şi Moreni. În domeniul metodelor termice, ţara noastră deţine prioritate prin tehnologia originală, experienţa operatorilor şi amploarea exploatărilor.

Dintre celelalte metode noi se semnalează exploatarea prin injecţie de apă cu polimeri la Drăgăieşti şi Bordei Verde, de soluţii micelare la Ticleni, de bioxid de carbon la Brădeşti.

Toate aceste eforturi au condus la creşterea valorii factorului mediu de recuperare pe întreaga ţară la 34% şi au asigurat premisele pentru atingerea valorii de 40% în anul 1990.

De ziua lor, muncitorii petrolişti, alături de întregul nostru popor, se angajează să nu precupeţească nici un efort pentru a traduce în viaţă sarcinile şi Directivele Congresului al XIII-lea al Partidului Comunist Român pentru ridicarea României pe trepte tot mai înalte de progres şi civilizaţie.

*

Pentru rezultate deosebite obţinute în întrecerea socialistă pe anul 1984, prin Decret prezidenţial, alături de alte colective fruntaşe, unităţi din sectorul industriei extractive de petrol-gaze au fost distinse cu ordine ale Republicii Socialiste România.

Ordinul Muncii clasa I, pentru locul I

— Schela de producţie petrolieră Berca, judeţul Buzău

Ordinul Muncii clasa a II-a, pentru locul II

— Schela de producţie petrolieră Ticleni, judeţul Gorj

— Schela de producţie petrolieră Pecica, judeţul Arad

— Schela de foraj Bălăria, judeţul Giurgiu

Ordinul Muncii clasa a III-a, pentru locul III

— Schela de producţie petrolieră Poieni, judeţul Teleorman

— Schela de foraj Melineşti, judeţul Dolj.

Gheaţa şi acţiunea ei distructivă în componentele instalaţiilor tehnologice (I)

Prof. dr. ing. A. Pavel
Institutul de petrol şi gaze Ploieşti

Apa industrială, introdusă în mod special, implicată ca atare sau intrusă pur şi simplu în procesele tehnologice, sub formă de picături (condensat, asudare, stropire, pulverizare etc.), şuviţe continue sau intermitente (drenare, scurgere, separare etc.), dopuri ş.a., în timp, se acumulează — uneori pînă la umplere completă — în ramificaţiile de conducte temporar sau definitiv abandonate (şi, deci, blindate unilateral), aşa-zise moarte şi/sau neechipate în mod corespunzător (cu separatoare de condensat, robinete de drenare, orificii de scurgere buşonate ş.a.), în porţiunile deviate, denivelate sau cu săgeată mare (cu burtă) ale conductelor, de asemenea în spaţiile cave ale diferitelor utilaje (corpuri — la armături de tip robinet şi pompe, structuri chesonate de tip reazem — la aparate cilindrice orizontale şi rezervoare similare, picioare sau coloane tubulare — la rezervoare sferice şi estacade etc.). În condiţiile sezonului friguros (noiembrie — martie) şi mai ales în circumstanţele unor ierni aspre, cum a fost cea din 1984—1985, îngheţînd, apa respectivă induce acţiuni fizico-mecanice distructive cu intensităţi excepţional de ridicate, întrucît, în momentul solidificării, ea îşi măreşte (tinde să-şi mărească) volumul de referinţă cu circa 8...9% [15; 25]. Dat fiind contextul tematic al lucrării prezente, în figura 1 se redă diagrama de stare a apei pentru temperaturi sub 30°C, iar în tabelele 1—4 se sintetizează caracteristicile fizico-mecanice reprezentative ale apei şi gheţii, aşa cum acestea au rezultat din lucrările [1—4; 6; 7; 10—13; 15; 16; 18; 19; 22; 24—27]. De remarcat că, în funcţie de presiune (în mod primordial determinant) şi de temperatură (în măsură limitat semnificativă), în cazul apei, se poate obţine un număr mare de forme polimorfe ale gheţii, gheaţa *G—VII* fiind stabilă chiar la temperaturi superioare celei critice (647,3K[19]) a apei lichide. De altfel, în prezent

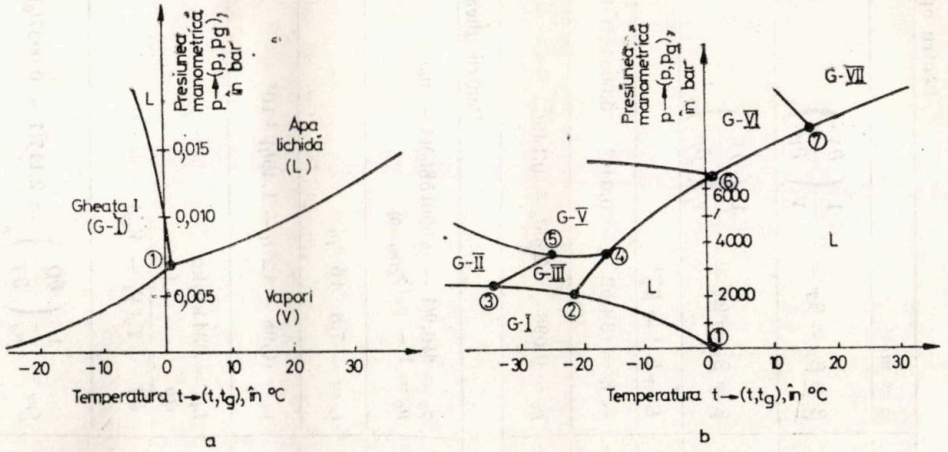


Fig. 1. Diagrama de stare a apei [19]:
a — diagrama simplificată; *b* — diagrama completă

Punctul triplu	Fazale de echilibru (*L* — apa lichidă; *G* — gheaţa; *V* — vaporii de apă)	Coordonatele punctelor triple: Presiunea manometrică, în bar	Coordonatele punctelor triple: Temperatura, în °C
①	*G—I/L/V*	0,00610	+ 0,01
②	*G—I/G—III/L*	2 072	−22,00
③	*G—I/G—II/G—III*	2 128	−34,70
④	*G—III/G—V/L*	3 465	−17,00
⑤	*G—II/G—III/G—V*	3 445	−24,30
⑥	*G—V/G—VI/L*	6 257	+ 0,16
⑦	*G—VI/G—VII/L*	22 697	+81,60

Notă. Valoarea de 0°C = 273,15 K corespunde la temperatura de cristalizare a gheţii, din apa saturată cu aer, la presiunea normală (p_0 = 1,00 bar). Punctul de cristalizare coboară cu 0,0074 K, ca efect al presiunii atmosferice şi cu 0,0024 K, ca efect al aerului dizolvat în apă, ceea ce explică, de altfel, situarea temperaturii de cristalizare a gheţii *I* (la p_0 = 1,00 bar) cu 0,0074 + 0,0024 → 0,01 K = 0,01°C sub punctul triplu ①. Curba lichid (*L*) — vapori (*V*) poate fi extinsă sub punctul triplu ① (fig. 1 *a*), în stări metastabile de lichid subrăcit (apă subrăcită), pînă la −40°C [9].

Tabelul 1

Caracteristicile fizico-chimice reprezentative ale apei şi gheţii

Nr. crt.	Denumirea şi simbolul mărimii caracteristice		Formula de calcul	Unităţile de măsură	Observaţii
1	2		3	4	5
			Pentru apă		
1	Densitatea ρ		$\rho = m/V$	kg/m³	Tabelele 2 şi 3
2	Compresivitatea $\beta = \beta_p = E^{-1}$	izotermă β_T	$\beta = \beta_p = \beta_T = -\frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_T$	Pa^{-1} bar^{-1} mm^2/N	Tabelul 4
3		izoentropă (adiabată) β_S	$\beta = \beta_p = \beta_S = -\frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_S$		
4	Elasticitatea volumică E		$E = \beta^{-1} = \beta_p^{-1}$	Pa, bar, N/mm^2	Modulul de elasticitate volumic
5	Temperatura de cristalizare (solidificare prin îngheţare) t_c		$-t_c = (3+52{,}7\xi + 0{,}04\xi^2 + 0{,}0004\xi^3)\cdot 10^{-3}$	°C	Depinde de mineralizarea (salinitatea, în $^0/_{00}$, a) apei. Formula corespunde presiunii normale p_0
6	Presiunea de cristalizare (solidificare prin îngheţare) p_c		$p_c = 0{,}098 - 12{,}65t_c - 0{,}149t_c^2$	MPa	Formula Bridgemann, pentru apă dulce (distilată). Temperatura t_c, în °C
			Pentru gheaţă		
7	Densitatea ρ_g		$\rho_g = 916{,}9(1 - 0{,}000158t_g)(1 - n_g)$ $n_g = 1 - \rho_g/\rho_{g(n_g=0)}$	kg/m³	Depinde de porozitatea gheţii n_g şi foarte puţin de temperatura gheţii t_g, în °C. Pentru $n = 0$, se poate lua $\rho_g = 917$ kg/m³(v. şi tab. 3)
8	Temperatura de topire/cristalizare $t_t = t_c$		$t_t = -7{,}8\cdot 10^{-8}p_t$	°C	Valabilă pînă la $p_t \leqslant 100$ bar, cu precizie pînă la 1 % (p_t se introduce în Pa)
9	Presiunea de topire $p_t = p_c$		$p_t = (0{,}98 - 127t_t - 1{,}49t_t)\cdot 10^5$	Pa	Formula Bridgemann (t_t în °C). Temperatura de topire scade cu creşterea presiunii
10	Căldura latentă de topire L_{tg}		$L_{tg} = 334$ kJ/kg $\frac{\partial p}{\partial T} = \frac{L_{tg}}{T_g(V_1 - V_{1g})}$	— bar · K⁻¹	La presiunea atmosferică (normală). Aplicaţie: $t_g = -20$°C, $T_g = 253$ K; $\partial p/\partial T = -0{,}725$ (Pa·K⁻¹) $= -0{,}725\cdot 10^7$ (bar·K⁻¹); $V_1 - V_{1g} = -0{,}13\cdot 10^{-3}$ m³/kg → $L_{tg} = 238$ kJ/kg
11	Căldura masică c_g	la presiunea constantă c_{pg}	$c_{pg} = \frac{1}{m_g}\left(\frac{\partial Q}{\partial T}\right)_p = 2{,}117(1 + 0{,}0037t_g) \approx$ $\approx 2{,}12$ kJ/(kg · K)	kJ/(kg · K)	Creşte uşor cu temperatura (t_g în °C) — tabelul 3 — şi este de aproape două ori mai mică decît cea a apei $c_p = 4{,}2$ kJ/(kg·K)
12		la volum constant c_{Vg}	$c_{Vg} = \frac{1}{m_g}\left(\frac{\partial Q}{\partial T}\right)_V = \rho_g c_{pg} =$ $= 1\,941(1 + 1{,}0036\,t_g)(1 + n_g)$	kJ/(m³ · K)	Creşte uşor cu creşterea temperaturii (t_g în °C). Pentru apă, $c_V = 4{,}2\cdot 10^3$ kJ/(m³ · K)

Tabelul 1 (continuare)

1	2	3	4	5
13	Conductivitatea termică λ_g	$\lambda_g = 2{,}219\ (1 - 0{,}00159\ t_g)\ \frac{2 - 2n_g}{2 - n_g}$	W/(m · K)	Cu creşterea temperaturii (t_g în °C), conductivitatea se micşorează liniar (tabelul 3). Obişnuit, se poate lua $\lambda_g = 2{,}22$ W/(m·K)
14	Difuzivitatea termică a_g	$a_g = \lambda_g/\rho_g c_{pg} = \lambda_g/c_{Vg}$ $a_g = 1{,}14(1 - 0{,}0063\ t_g) \cdot 10^{-6}$ $a_g = 4{,}1(1 - 0{,}0063 t_g) \cdot 10^{-3}$	m^2/s m^2/s m^2/h	Difuzivitatea termică scade sensibil (tabelul 3) cu creşterea temperaturii (t_g în °C). Formele citate corespund la $n_g = 0$
15	Dilativitatea volumică $\beta_t = \beta_g$	$\beta = \beta_g = -\frac{1}{\rho_g}\left(\frac{\partial \rho}{\partial T}\right) = \frac{1{,}58 \cdot 10^{-4}}{1 - 1{,}58 \cdot 10^{-4} t_g} \approx$ $\approx 1{,}58 \cdot 10^{-4}(1 + 1{,}58 \cdot 10^{-4} t_g)$	grd^{-1} (1°C=1K)	Creşte nesemnificativ cu creşterea temperaturii (t_g în °C) şi, de obicei, se poate lua $\beta_t = \beta_g = 1{,}58 \cdot 10^{-4}$ grd^{-1}. Formulele şi valoarea citate corespund la $n_g = 0$
16	Dilativitatea liniară α_l	$\alpha_l = \frac{\beta_l}{3} = \frac{\beta_g}{3}$	grd^{-1} (1°C = 1K)	În calculele obişnuite, se poate lua $\alpha_l = 0{,}528 \cdot 10^{-4}$ grd^{-1}.
17	Coeficientul de contracţie transversală (coeficientul lui Poisson) μ_g	$\mu_g = 0{,}34 \ldots 0{,}37$	—	Practic, nu depinde de temperatura gheţii t_g. În calculele obişnuite se ia $\mu_g = 0{,}36$
18	Modulul de elasticitate longitudinal (modulul lui Young) E_g	$E_g = 2G_g(1 + \mu_g)$ $E_g = 9 \cdot 10^9(1 - 0{,}0016\ t_g)$ $E_g = 9 \cdot 10^3(1 - 0{,}0016\ t_g)$	N/mm^2 Pa MPa	Scade liniar cu creşterea temperaturii (t_g în °C). Pentru $t_g = 0$, corespunde $E_g = 9000$ N/mm^2 (valorile $E_g = 4000 \ldots 4500$ N/mm^2 din [25] nu se confirmă)
19	Modulul de elasticitate transversal (modulul lui Coulomb) G_g	$G_g = \frac{E_g}{2(1 + \mu_g)}$ $G_g = 3{,}3 \cdot 10^3(1 - 0{,}0016 t_g)$ $G_g = 3{,}3 \cdot 10^3(1 - 0{,}0016 t_g)$	N/mm^2 Pa MPa	Pentru $t_g = 0$, corespunde $G_g = 3\,300$ N/mm^2 (t_g se introduce în °C). Obişnuit, se ia $G_g \approx 3000$ MPa
20	Compresivitatea E_g^{-1}	$E_g^{-1} = \frac{1}{E_g}$	Pa^{-1}, mm^2/N	Caracterizează compresivitatea volumică a gheţii
21	Limita deformaţiilor elastice σ_g	$\sigma_g = 5 \cdot 10^4 Pa = 0{,}05\ N/mm^2$	—	În multe cazuri, gheaţa se comportă ca un corp elastoplastic (de exemplu, în condiţiile presiunii hidrostatice corespunzătoare creşterii temperaturii gheţii)
22	Viscozitatea dinamică η_g	$\eta_g = (118 - 9{,}86 t_g + 2{,}92 t_g^2) \cdot 10^{10}$	Pa · s	Depinde foarte puternic de structura gheţii, caracterul sarcinii, durata aplicării sarcinii etc. Formula este foarte aproximativă (t_g se introduce în °C)
23	Aderenţa (adeziunea)	Se înţelege ca fiind ataşarea gheţii la suprafaţa corpului solid, aceasta caracterizîndu-se prin lucrul mecanic necesar pentru ca, pe suprafaţa unitară de îngheţare, prin lunecare →forfecare, să se distrugă legătura între cele două sisteme (gheaţa şi corpul solid)	—	Aderenţa gheţii la diferite materiale depinde de temperatură şi de starea suprafeţei de contact (caracteristici fizice, rugozitate etc.). Aderenţa creşte cu scăderea temperaturii şi cu creşterea rugozităţii. Atenţie! Materialele hidrofobe nu sînt şi criofobe
24	Rezistenţa de rupere σ_{rg} — paralel cu suprafaţa naturală a gheţii	7,35 N/mm^2	—	La temperatura de — 11°C
	Rezistenţa de rupere σ_{rg} — perpendicular pe suprafaţa naturală a gheţii	12,75 N/mm^2		
25	Duritatea	1,5 (Mohs)	—	

Tabelul 2

Densitatea apei dulci (distilate), în kg/m³, în condiţiile presiunii normale (p_0 = 1,013 bar = 0,1013 MPa)

t, în °C	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	Observaţii
Densitatea ↑ creşte											Densitatea apei este variabilă cu temperatura, presiunea şi salinitatea. Densitatea maximă (ρ = 1000,000 kg/m³) corespunde temperaturii t = 3,98°C → 4°C
0	999,8691	999,8747	,8812	,8875	,8936	,8996	,9053	,9109	,9163	999,9216	
1	999,9267	,9315	,9363	,9408	,9452	,9494	,9534	,9573	,9610	,9645	
2	999,9679	,9711	,9741	,9769	,9796	,9821	,9844	,9866	,9887	,9905	
3	999,9922	,9937	,9951	,9962	,9973	,9981	,9988	,9994	,9998	1000,0000	
—4	1000,0000	999,9999	,9996	,9992	,9986	,9979	,9970	,9960	,9947	999,9934	
5	999,9919	,9902	,9884	,9864	,9842	,9819	,9795	,9769	,9742	,9713	
6	999,9682	,9650	,9617	,9582	,9545	,9507	,9468	,9427	,9385	,9341	
7	999,9296	,9249	,9201	,9151	,9100	,9048	,8994	,8938	,8881	,8823	
scade ↓ 8	999,8764	999,8703	,8641	,8577	,8512	,8445	,8377	,8308	,8237	999,8165	

Tabelul 3

Caracteristicile fizice normate ale gheţii

t_g, în °C	ρ_g, în kg/m³	c_{pg} kcal/(kg·grd)	c_{pg} kJ/(kg·K)	λ_g kcal/(m·h·grd)	λ_g W/(m·K)	a_g 10^{-3} m²/h	a_g 10^{-6} m²/s
0	920	0,506	2,120	1,900	2,210	4,080	1,133
—20	920	0,468	1,960	2,100	2,440	4,870	1,353
—40	920	0,431	1,800	2,300	2,675	5,800	1,615

Tabelul 4

Compresivitatea apei $\beta = \beta_p$

t, în °C	10^{11} β_p, în $Pa^{-1} \rightarrow m^2/N$	
	Compresivitate izotermă	Compresivitate izoentropă (adiabată)
0	50,89	50,86
5	49,17	49,17
10	47,81	47,76
15	46,73	46,58
20	45,89	45,59
25	45,25	44,78
30	44,77	44,10
35	44,44	43,55
40	44,24	43,12

Notă: 1 Pa^{-1} = 1 m^2/N = 10^4 bar^{-1} = 10^6 mm^2/N.

Observaţie. Implicînd creşterea temperaturii apei, compresivitatea izoentropă (adiabată) este mai mică — dar nesemnificativ — decît cea izotermă

este reală posibilitatea ca gheaţa *G—VII* să treacă direct în vapori, la temperaturi superioare celei critice a apei lichide, pentru presiuni de ordinul zecilor de mii de bari. Gheaţa *G—I*, care este forma polimorfă obişnuită a apei solide, are densitatea mai mică decît cea a apei lichide (tab. 2 şi 3), temperatura sa de cristalizare coborînd cu creşterea presiunii (tab. 1). Potrivit unor cercetări relativ recente, Săndulescu [19] atrage atenţia că suprafaţa gheţii *G—I* are o structură diferită de cea a solidului în masă, fiind mai apropiată de structura lichidului. Astfel, stratul pelicular (filmul), cu structură analoagă apei lichide, are grosimi de $10^{-4}...10^{-5}$ mm = 10...100 μm în apropierea temperaturii de topire, însă descreşte exponenţial, pînă la dispariţie totală, la —30°C [8].

Din punctul de vedere al *aspectului exterior*, specialistul sovietic Pehovici [15] şi alţi experţi — glaceologi [20; 21; 23 etc.] disting două tipuri de gheaţă (fig. 2):

- *gheaţa de interior (GI)*, care constă din cristale distincte, de obicei mici, lamelare şi subţiri, oarecum asemănătoare cu fulgii de zăpadă; aderînd între ele, cristalele respective, cu dispunere haotică, generează diferite formaţiuni de gheaţă, spongioase, cu porii umpluţi cu apă; *GI* se întîlneşte în următoarele varietăţi: *inii (zaiuri)* → care „cresc" plutind liber în curentul de apă* şi *gheaţă de fund* → care „creşte" pe corpuri imobile aflate în apă (suprafaţa interioară a calotei de gheaţă, fundul canalului, piese diferite etc.);
- *gheaţa de suprafaţă (GS)*, care constă din cristale dense ataşate unele de altele, ori-

* De la caz la caz, prin inie (inii, regionalism) se înţelege apă amestecată cu gheaţă, respectiv sloi de gheaţă, mare şi sfărîmicios, care pluteşte pe apă.

entate în mod ordonat, fiind monolitică și avînd suprafața de înghețare netedă ; în masivul de *GS* sînt posibile incluziunile, sub forma bulelor de aer, care ocupă o foarte mică parte din volum ; *GS* se întîlnește sub forma calotei (stratului) de gheață, a gheții formate la interiorul peretelui conductelor, tubulaturilor, recipientelor etc.

dalitate de subrăcire a apei se materializează prin micșorarea corespunzătoare a presiunii (formula 6 în tab. 1), procesul fiind adiabatic*→ → *procedeul baric* (procedeul decomprimării). De altfel, acest din urmă procedeu de subrăcire este de la sine implicat în circumstanțele distrugerilor de rezervoare, recipiente, tubulaturi, conducte etc. umplute cu apă care îngheață.

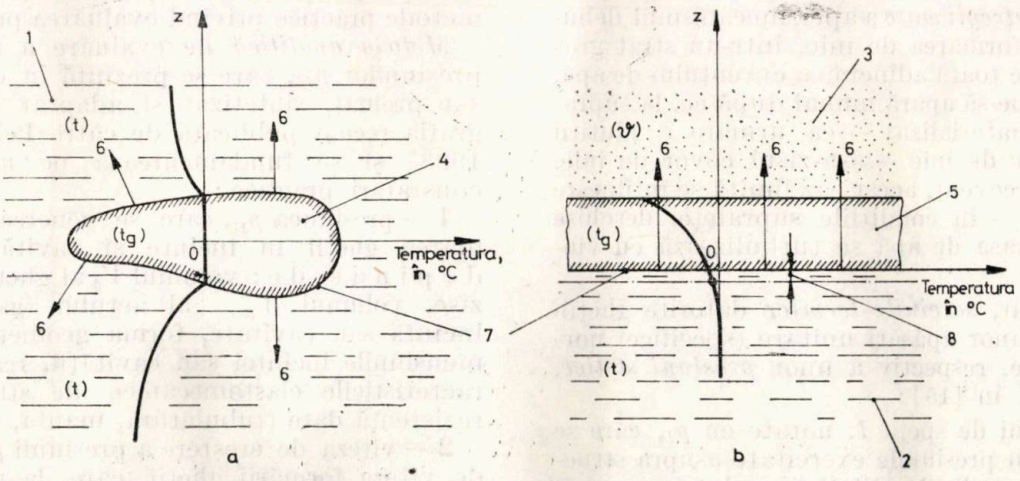


Fig. 2. Schematizarea condițiilor termice ale formării gheții [15] : *a* — formarea gheții de interior (*GI*) ; *b* — formarea gheții de suprafață (*GS*) ; *1* — apa lichidă subrăcită ($t < t_c = 0°C$) ; *2* — apa lichidă ($t \geqslant t_c = 0°C$) ; *3* — aerul atmosferic (sau peretele metalic al incintei tehnologice) ($\vartheta < 0°C$) ; *4* — gheața de interior ($GI \rightarrow t_g = t_c = 0°C$) ; *5* — gheața de suprafață ($GS \rightarrow t_g < t_c = 0°C$) ; *6* — direcțiile fluxului termic (*a* — înspre apă ; *b* — înspre gheață) ; *7* — suprafața de cristalizare (conturul transformării fazice) ; *8* — stratul corespunzător rezistenței termice de trecere

Formarea gheții de un tip sau altul (*GI* sau *GS*) este condiționată, determinant, de direcția fluxului căldurii latente L_{sg} de solidificare prin înghețare față de conturul transformării fazice *L* — *G* (fig. 1, 2). Cînd fluxul termic respectiv, pornind de la suprafața de cristalizare, este orientat înspre gheață → *GS* (fig. 2 *b*), iar cînd este orientat înspre apă→*GI* (fig. 2 *a*). Prin urmare, pentru formarea *GI*, apa trebuie să aibă temperatura sub cea de cristalizare ($t < t_c$), adică să fie *subrăcită*, temperatura gheții fiind egală cu cea de cristalizare ($t_g = t_c$). La și pentru formarea *GS*, apa trebuie să aibă temperatura $t \geqslant t_c$, temperatura gheții menținîndu-se sub cea de cristalizare ($t_g < t_c$). Evident, pentru lucrarea de față, în mod deosebit interesează formarea *GS*, care, întotdeauna, este precedată de formarea *GI*.

Așa cum se știe [15 ; 19], *subrăcirea apei*, adică starea termodinamică la care temperatura apei este mai mică decît temperatura sa de cristalizare (solidificare prin înghețare), respectiv $t < t_c$, apare fie ca efect al coborîrii temperaturii apei *t*, fie în urma creșterii temperaturii sale de cristalizare t_c. Prima modalitate de subrăcire a apei se realizează, practic, prin evacuarea de căldură (cea mai obișnuită și frecventă în natură și în tehnică) → *procedeul termic* sau prin adăugarea de (amestecarea cu) apă sărată (proces endotermic, condiții adiabatice) → *procedeul concentrației*. A doua mo-

Așadar, avînd în vedere cele precizate, mai întîi și înainte de formarea *GS*, întotdeauna trebuie să existe un strat superficial de *GI*, aflat la nivelul contactului dintre suprafața apei (sau a peretelui de incintă) și sursa de frig. *GS* apare pe oricare suprafață care se răcește, respectiv în jurul țevilor de congelare cufundate în apă, în interiorul țevilor umplute cu apă, pe suprafața canalelor închise sau deschise, pe suprafața apelor curgătoare etc., dar, în prealabil, apa din apropierea suprafeței date se subrăcește, apoi se ivesc microcristalele *GI*, în continuare acestea se multiplică, se măresc (crescînd) și, în sfîrșit, ele acoperă suprafața afectată. Mai departe, deci numai după ce apa și suprafața răcită sînt separate una de cealaltă printr-un strat de *GI*, se amorsează formarea propriu-zisă (pentru $t \geqslant t_c$ și $t_g < t_c$) a *GS*. Calitativ, mecanismul redat are valabilitate generală, însă cantitativ el evoluează în mod diferit, în dependență de grosimea stratului de apă afectat de subrăcire și, de asemenea, de gradul subrăcirii. Într-un p r i m c a z l i m i t ă, corespunzător unei subrăciri foarte puternice (mai mult de 0,5°C = 0,5K) a *stratului superficial* de apă, începutul apariției *GS* este precedat de un

* Descărcarea barică este însoțită de producerea unui oarecare (mic) lucru mecanic exterior, iar entalpia rămîne aproape nemodificată.

scurt interval de timp în care se materializează formarea stratului subțire *GI*. Practic, acest caz limită se întîlnește atunci cînd suprafața de răcire este de tipul unui perete separator solid, în primul rînd metalic, sau cînd, în condițiile suprafeței deschise a apei, masa acesteia din urmă se turbulizează nu prea puternic. Într-un al doilea caz limită, corespunzător unei subrăciri moderate (mai puțin de 0,1°C = =0,1K) a *întregii mase* a apei, mecanismul debutează prin formarea de inie, într-un strat gros de apă de pe toată adîncimea curentului de apă, iar *GS* începe să apară numai după ce, la suprafață, s-a materializat — ca urmare a plutirii bulgărașelor de inie — așa-zisul covor de inie. Practic și frecvent, acest caz limită se întîlnește iarna, cînd — în condițiile suprafeței deschise a apei — masa de apă se turbulizează cu violență.

În prezent, *sarcinile termice* datorite gheții, de natura unor apăsări unitare (specifice) normale statice, respectiv a unor *presiuni statice*, se grupează în [15]:

• presiuni de speța *I*, notate cu p_I, care se identifică cu presiunile exercitate asupra structurilor în condițiile *dilatării* calotei (crustei) de gheață; evident, presiunile p_I nu fac obiectul lucrării prezente;

• presiuni de speța *II*, notate cu p_{II}, care se identifică cu presiunile exercitate în condițiile formării gheții în incinte cave închise, cu volum strict limitat, umplute cu apă; evident, pentru lucrarea de față, prezintă interes numai presiunile p_{II} și acestea se vor studia în continuare.

În incintele și spațiile tehnologice închise de tipul tubulaturilor, conductelor, recipientelor, aparatelor, rezervoarelor etc., *umplute cu apă*, pe măsura formării gheții, presiunea (hidro)statică în nucleul de apă p_{II} crește și, așa cum rezultă din figura 1, temperatura de solidificare prin înghețare (de cristalizare) a apei scade în mod corespunzător. Modificarea barică respectivă se datorește împiedicării creșterii de volum, de circa 8...9%, la trecerea apei lichide în gheața *G—I*, densitatea acesteia din urmă fiind mai mică decît cea a apei (tab. 2 și 3). Bunăoară, în condițiile creșterii sale *naturale*, presiunea p_{II} *limită*, în zona cavă propriu-zisă, adică în nucleul de apă, este de 2 072 bar, corespunzătoare temperaturii de înghețare/cristalizare $t_c = -22{,}00$°C (punctul triplu ② în diagrama din figura 1 *b*) [17; 19]. De aici rezultă că, pentru structurile și sistemele tehnologice nominalizate, studierea corelațiilor fizice privind formarea gheții și creșterea presiunii p_{II} constituie o problemă științifică și inginerească importantă, a cărei rezolvare permite *prognozarea* stării de solicitare termomecanică datorite acumulărilor de apă solidificată prin înghețare, *preîntîmpinarea* generării unor presiuni interioare intruse nepermis de ridicate, *valorificarea* inevitabilei creșteri de volum a apei lichide la înghețare/cristalizare în diferite scopuri constructive (de ex. pentru combaterea givrării la conducte și rezervoare) etc. Trebuie remarcat că, deocamdată, în documentele normative referitoare la calculul sarcinilor datorite gheții și aflate în vigoare, în diferite țări, nu sînt indicate metode practice privind evaluarea presiunii p_{II}.

Metoda analitică de evaluare a intensității presiunilor p_{II}, care se prezintă în continuare, s-a preluat, sintetizat și adaptat din monografia recent publicată de către Pehovici [15, 1983] și se fundamentează pe următoarele constatări practice:

1 — presiunea p_{II}, care se generează la formarea gheții în incinte și cavități închise, depinde de: volumul V_g al gheții propriuzise, volumul V_{aer} al aerului (gazelor) din incintă sau cavitate, forma geometrică și dimensiunile incintei sau cavității, respectiv caracteristicile elastomecanice ale structurii de rezistență date (tubulatură, manta, corp etc.);

2 — viteza de creștere a presiunii p_{II} depinde de viteza formării gheții, care, la rîndul său, depinde de toți factorii antecitați și, în plus, mai depinde de: condițiile schimbului de căldură la suprafața exterioară a structurii de rezistență corespunzătoare (tubulatură, manta, înveliș etc.) și temperatura de cristalizare a apei t_c (care este dependentă de presiune — v. formula 6 în tab. 1);

3 — caracterul creșterii și descreșterii presiunii statice datorite gheții este condiționat de caracteristicile elastomecanice ale structurii de rezistență implicate (de tip tubulatură, manta, corp etc.).

Se consideră alternativa reprezentativă cînd structura de rezistență a incintei (cavității) date este de tipul unui *înveliș absolut rigid*. Evident, sub acțiunea presiunii statice p_{II} [care, în continuare, se va nota prin p_g] — presiunea (tensiunea mecanică) în masivul de gheață, deci $p_{II}=p_g$, *se comprimă*: *a*) gheața, ca un corp elastic avînd modulul de elasticitate E_g (tab. 1); *b*) apa, ca un sistem fizic cu compresivitatea $\beta = \beta_p = E^{-1}$ (tab. 1 și 4) și *c*) aerul, respectiv gazele. Admițîndu-se că, la solidificarea apei prin înghețare, în regim *staționar*, creșterea corespunzătoare de volum ΔV_g se compensează pe seama comprimării (tasării) gheții ΔV_0, a apei ΔV și a aerului (gazelor) ΔV_{aer}, rezultă:

$$\Delta V_g = \Delta V_0 + \Delta V + \Delta V_{aer}, \qquad (1)$$

unde:

$$\Delta V_g = \frac{\rho - \rho_g}{\rho} V_g; \quad \Delta V_0 = \frac{p_g - p_0}{E_g} V_0 f_1;$$

$$\Delta V = \frac{p_g - p_0}{E}\left(V_0 - V_g - V_{aer}\frac{p_0}{p_g}\right),$$

aici f_1 reprezentînd așa-numita funcție a deformării gheții, în condițiile comprimării sale, determinată cu formula Lamé (tab. 5).

Ecuația (1), explicitată, permite cuantificarea funcției $p_g = p_g(V_g)$, adică a dependenței presiunii p_g de volumul gheții formate $V_g \leqslant V_0$ în condiții date de univocitate (forma geometrică a incintei, condițiile termice inițiale și cele de contur, caracteristicile termofizice și elastice ale apei, gheții și aerului). De altfel, funcția respectivă redă starea *statică* a sistemului cantitatea de gheață — presiune și nu este afectată de circumstanțele schimbului de căldură și formării gheții, respectiv de modificarea temperaturii t_c.

Pentru a stabili dependențele $p_g = p_g(\tau)$ și $V_g = V_g(\tau)$, corespunzătoare circumstanțelor stării *nestaționare* a sistemului, se admite ipoteza potrivit căreia, în intervalul solidificării prin înghețare a apei, regimul de temperatură este *cvasistaționar*. Determinarea vitezei de deplasare a conturului de solidificare implică rezolvarea ecuației de bilanț termic relative la conturul respectiv, ai cărei termeni sînt: fluxul termic care trece, îndepărtîndu-se, de la conturul de înghețare înspre exterior Q_0, pe de o parte, și fluxurile termice care se degajă pe seama căldurii latente de înghețare Q_c, care sînt cedate de la apă și gheață, în condițiile răcirii acestora Q_r, Q_{rg}, care se consumă

Tabelul 5

Formulele de calcul pentru mărimile f_1, $\bar{R}$ și $\bar{\xi}$ [15]

Nr. crt.	Forma geometrică a incintei (cavității) cu gheață	Formulele de calcul pentru*		
		Funcția $f_1 = f_1(k_g)$ (pentru $\mu_g = 0{,}36$ — tab. 1)	Simplexul $\bar{R}$	Funcția $\bar{\xi} = \bar{\xi}\ (k_g)$
1	De tipul *fisurii plane*	$f_1 = 1 - \dfrac{2\mu_g^2}{1-\mu_g} = 0{,}595$	$\bar{R} = k_g + \dfrac{1}{Bi}$	$\bar{\xi} = 1{,}0$
2	*Cilindrică circulară* (tubulaturi, conducte, mantale cilindrice etc.)	$f_1 = \dfrac{2\,(1-k_g)(1-\mu_g^2)}{2-k_g(1+\mu_g)} = \dfrac{1{,}7408\,(1-k_g)}{2-1{,}36\,k_g}$	$\bar{R} = \sqrt{1-k_g}\left[\dfrac{2}{Bi} - \dfrac{\ln(1-k_g)}{2}\right]$	$\bar{\xi} = \dfrac{1}{2\sqrt{1-k_g}}$
3	*Sferică* (mantale sferice, funduri semisferice etc.)	$f_1 = \dfrac{3(1-k_g)(1-\mu_g-2\mu_g^2)}{3(1-\mu_g)-k_g(1+\mu_g)} = \dfrac{1{,}1424\,(1-k_g)}{1{,}92-1{,}36k_g}$	$\bar{R} = \sqrt[3]{1-k_g}\left[1+\left(\dfrac{1}{Bi}-1\right)\cdot\sqrt[3]{1-k_g}\right]$	$\bar{\xi} = \dfrac{1}{3\sqrt[3]{(1-k_g)^2}}$

* $k_g = V_g/V_0 \leqslant 1$ — simplexul volumic al gheții; $Bi = \dfrac{\alpha_g D}{\lambda_g}$ — criteriul lui Biot.

În final, rezolvarea ecuației (1) s-a obținut sub forma:

$$p_g = \frac{p_0}{2}\left[1 + A + \sqrt{(1+A)^2 + 4B}\right], \qquad (2)$$

în care:

$$A = \frac{\dfrac{\rho - \rho_g}{\rho}\dfrac{E}{p_0}\left(k_g - \dfrac{\rho}{\rho - \rho_g}k_{aer}\right)}{1 - k_g + \dfrac{E}{E_g}f_1};$$

$$B = \frac{\dfrac{E}{p_0}k_{aer}}{1 - k_g + \dfrac{E}{E_g}f_1}; \quad k_{aer} = \frac{(V_{aer})_0}{V_0};$$

în figura 3 redîndu-se, exemplificativ și ilustrativ, graficul dependenței $\bar{p}_g = \bar{p}_g(k_g)$ pentru cazul particular al tubulaturilor, conductelor și mantalelor cilindrice cu $E/E_g = 0{,}5$ și $\mu_g = 0{,}35$.

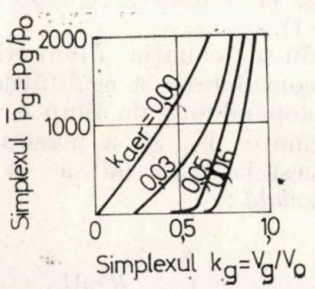


Fig. 3. Dependența presiunii gheții $G-I$ de volumul său, în condițiile $E/E_g = 0{,}5$ și $\mu_g = 0{,}35$, pentru incinta (cavitatea) de formă cilindrică circulară, respectiv pentru tubulaturi, conducte și mantale cilindrice [15]

pentru comprimarea apei și gheții $-Q_p$ și, respectiv, care se preia pe seama comprimării adiabate a apei Q_S, pe de altă parte. Neglijînd mărimea $-Q_p$, ecuația de bilanț termic care interesează se aduce la forma:

$$\frac{\lambda_g}{D\bar{R}}\left[t_c(p_g) - \vartheta\right] A_r = L_\Sigma \rho_g \frac{dV_g}{d\tau}, \qquad (3)$$

în care

D este dimensiunea determinantă a incintei (cavității) date, respectiv $D=0{,}5\ D_i$ pentru incintele cilindrice circulare și sferice, în m;

A_r — suprafața de răcire, în m²;

L_Σ — căldura masică însumată (echivalentă) de cristalizare, în J/kg, calculată cu formula evidentă:

$$L_\Sigma = L_{sg} + L_r + L_{rg} + L_S,$$

aici L_r, L_{rg} și L_S corelîndu-se cu mărimile conjugate Q_r, Q_{rg} și Q_S, iar $\bar{R}$ — simplexul rezistivității termice la nivelul contururilor formării gheții și, corespunzător, mediului care face răcirea (aerul, apa etc.); acest din urmă simplex, care depinde de geometria incintei (cavității), de cantitatea de gheață formată și de condițiile schimbului de căldură, se calculează cu formulele date în tabelul 5. De remarcat că ecuația diferențială (3) se deosebește de cea cunoscută, în mod obișnuit, prin aceea că temperatura t_c este funcție de presiunea p_g și, prin urmare, depinde de cantitatea de gheață formată la un moment dat.

Corelarea mărimilor t_c și p_g, corespunzătoare formulei lui Bridgemann (tab. 1), se poate aproxima — cu suficientă precizie pentru scopurile practice — sub forma următoarei *dependențe liniare*:

$$t_c = -m_p \frac{p_g}{p_0}, \quad °C \qquad (4)$$

în care, în funcție de intervalul presiunii p_g considerate, $m = 0{,}008 \ldots 0{,}010$°C (v. formula 8 în tab. 1).

Integrîndu-se ecuația diferențială (3), cu luarea în considerație a egalităților (4) și (2), se obține dependența de timp a cantității de gheață formate V_g și a presiunii corespunzătoare acesteia p_g, adusă la următoarea *formă criterială*:

$$Fo = \Pi \int_0^{k_g} \frac{\bar{R}\bar{\xi}\, dk_g}{1 - \bar{b}(p_g/p_0)}, \qquad (5)$$

în care ($\bar{\xi} \rightarrow$ tab. 5):

$Fo \equiv a_g\tau/D^2 \equiv \lambda_g\tau/\rho_g c_{pg} D^2$ reprezintă criteriul lui Fourier;

$\Pi \equiv -L_\Sigma/c_g\vartheta$ — criteriul determinînd regimul termic al sistemului și, respectiv,

$\bar{b} \equiv -m_p/\vartheta$ — simplexul temperaturilor.

Procedîndu-se la rezolvarea *numerică*, cu ajutorul calculatorului electronic, a integralei (5), au rezultat — în principal — următoarele (fig. 4):

• influența presiunii p_g, asupra vitezei de creștere a gheții, se resimte cu atît mai mult, cu cît temperatura ϑ este mai ridicată, adică cu cît simplexul $\bar{b}$ este mai mare;

• pentru temperaturi ϑ *superioare* lui —22°C, creșterea presiunii p_g și formarea corespunză-

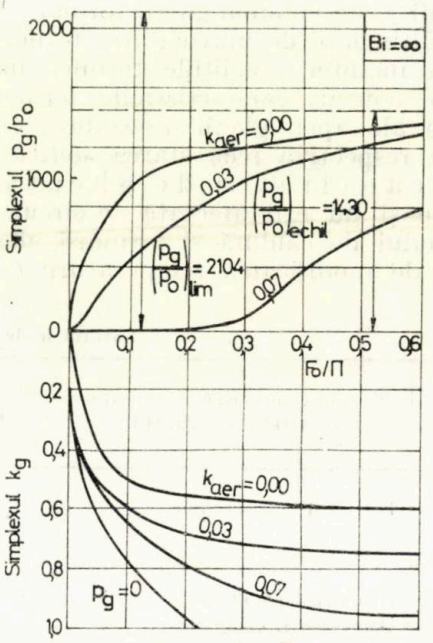


Fig. 4. Modificarea în timp a presiunii gheții (p_g/p_0) și a volumului acesteia ($k_g = V_g/V_0$). Exemplificarea pentru $E/E_g = 0{,}5$, $\mu_g = 0{,}35$ și $\bar{b} = 7 \cdot 10^{-4}$ [15]

toare a gheții *încetează*, atunci cînd survine starea de echilibru termic, redată prin condiția $(p_g/p_0)_{echil} = 1/\bar{b}$ ($\rightarrow$ 1 428,6 în fig. 4); pentru temperaturi ϑ *inferioare* lui —22°C, starea de echilibru termic nu mai poate surveni și presiunea p_g atinge valoarea sa *limită* [$\rightarrow (p_g/p_0)_{lim} =$ = 2 104 în fig. 4], pentru care gheața $G-I$ trece în gheața $G-III$ (bineînțeles, dacă anterior nu s-a produs cedarea, respectiv distrugerea structurii de rezistență date $\rightarrow$ tubulare, sferice, cilindrice etc.);

• sporirea simplexului k_{aer} la început diminuează și apoi amplifică viteza de creștere a presiunii p_g; acest paradox aparent se explică prin aceea că, în cazul cînd aerul are o pondere mare în incintă (cavitate), viteza de formare a gheții este ridicată, datorită gradientului termic relativ puternic ($t_c = 0$°C) și, astfel, în absența presiunii p_g, survine c r e ș t e r e a unui strat (înveliș) gros de gheață; ulterior, dar la un anumit moment, volumul nucleului de apă devenind destul de mic, viteza creșterii de presiune p_g o depășește pe cea corespunzătoare — în același anumit moment — unui k_{aer} mai mic.

Dacă în structura de rezistență dată (de tip înveliș, tubulatură, conductă, manta etc.), absolut rigidă, etanșă și adiabatic izolată, apa lichidă se află de la bun început sub presiune și apoi este *răcită* pînă la temperatura de cris-

talizare (solidificare prin înghețare) corespunzătoare presiunii respective, atunci se realizează starea termodinamică de echilibru și declanșarea unei micșorări *bruște* de presiune se soldează cu perturbarea echilibrului în discuție. Evident, o asemenea depresurizare brutală (numită uneori aruncare sau descărcare de presiune) și, prin urmare, subrăcirea întregului volum de apă lichidă, poate surveni — bunăoară — ca efect primordial al *fisurării* structurii de rezistență *(depresurizare intempestivă*, nereglată) sau ca urmare a *evacuării rapide* din incinta tehnologică a unei anumite cantități de apă lichidă *(depresurizare comandată*, reglată). Așadar, în circumstanțele micșorării brutale a presiunii interioare de la nivelul p_1 pînă la nivelul $p_2 < p_1$, apa lichidă devine subrăcită cu $\Delta t = t_2 - t_1$, aici temperatura apei t_1 fiind inferioară celei t_2. Inițiindu-se, cristalizarea generează gheață și duce la creșterea de volum a acesteea, ceea ce implică o creștere de presiune cu $p_x - p_2$ (unde $p_x > p_2$) și o *coborîre* a temperaturii de cristalizare pînă la nivelul t_x (aici, p_x și t_x sînt parametrii căutați ai stării de echilibru noi). Ca atare, formarea *GI* se produce pe seama *creșterii* temperaturii apei lichide de la $t = t_1$ pînă la $t = t_x$, cînd subrăcirea este anulată.

Considerînd comprimarea apei lichide și a gheții de interior, în urma rezolvării ecuației corespunzătoare condiției de *volum constant* a incintei (cavității) tehnologice, pentru parametrii p_x și t_x se obțin următoarele formule de calcul :

$$p_x = \frac{p_2 + Cp_1}{1 + C}\ ;\quad t_x = \frac{t_c + Ct_1}{1 + C}, \qquad (6, 7)$$

în care :

$$C = \frac{E}{p_0}\,\frac{\rho - \rho_g}{\rho}\,\frac{m_p c}{L_{sg}}. \qquad (8)$$

Experimental s-a constatat [15] că *starea de echilibru nouă* se va atinge atunci cînd *saltul presiunii* $(p_x - p_2)$ va reprezenta 15% din depresurizarea brutală $(p_1 - p_2)$, astfel că :

$$\frac{p_x - p_2}{p_1 - p_2} = \frac{C}{1 + C} = 0{,}15, \qquad (9)$$

de unde rezultă $C = 0{,}17647$.

Durata înghețării complete a apei într-o incintă tubulară tehnologică de tip *țeavă*, respectiv într-o *conductă* tehnologică, se poate determina cu următoarea formulă [15] :

$$\tau_{max} = \frac{q_{tr(V)} D_i^2}{16\lambda_g (t_c - \vartheta)},\ \text{s} \qquad (10)$$

în care $q_{tr(V)}$ reprezintă căldura de transformare (fazică) volumică, în J/m^3.

În marea lor majoritate, cercetările experimentale cunoscute, cu caracter fundamental, au avut ca obiect fie înghețarea picăturilor de apă, fie formarea de gheață în învelișuri etanșe din gheață pură sau mixte [5; 15; 20, 21 etc.]. Recent, însă, Pehovici [15, 1983] a dat publicității unele dintre rezultatele cercetărilor experimentale fundamental-aplicative proprii, privind formarea gheții și efectele acesteea în structuri etanșe din oțel de tipul barocamerelor de laborator (presiuni interioare pînă la 1 000 bar). În principal, aceste rezultate au evidențiat că :

1. la depresurizare brutală, respectiv la descărcarea de presiune, survine subrăcirea apei lichide și se formează o mare cantitate de *GI* (inie), aceasta din urmă fiind direct determinată de subrăcirea corespunzătoare Δt potrivit formulei următoare :

$$V_{GI}/V_0 = 0{,}0136\ \Delta t\,;$$

2. existența aerului în incintă (barocameră) influențează determinant caracterul și viteza creșterii presiunii p_g ;

3. după depresurizarea brutală (descărcarea de presiune) de la nivelul p_1 pînă la nivelul $p_2 < p_1$, *saltul de presiune* care survine are intensitatea :

$$\Delta p = 0{,}15\ (p_1 - p_2)$$

și acesta, în condițiile unor structuri de rezistență compromise (corodate, erodate, fragilizate etc.), poate cauza *distrugeri intempestive de tip exploziv* ; de altfel, intensitatea saltului presiunii, constatată experimental, este cea care s-a avut în vedere în formula (9) ;

4. gheața formată *sub presiune*, în condițiile barocamerelor de laborator, are structură cristalină cu granulație fină*, incluziunile de aer fiind distribuite uniform în întregul volum, sub forma unor pori mici ; în cazul gheții c r e s c u t e la *presiune normală*, cristalele sînt aciforme, cu extremitățile ascuțite orientate înspre centrul nucleului de apă, iar incluziunile de aer sînt extinse radial, formînd pori prelungiți ca atare.

Notații

a_g reprezintă difuzivitatea (coeficientul de difuzivitate al) gheții, în m^2/s ;

c_p, c_V, $c_g = c_{pg}$, c_{Vg} — căldurile masice ale apei și, respectiv, ale gheții (indice g), la presiune constantă (indice p), în J/(kg.K) și la volum constant (indice V), în $J/(m^3.K)$;

m, m_g — masa apei și, respectiv, a gheții, în kg ;

$n_g = 1 - \rho_g/\rho_{g(n_g=0)}$ — porozitatea gheții ;

p, $p_g = p_{II}$ — presiunea apei și, respectiv, presiunea gheții, în Pa, MPa, bar etc. ;

* Structura cristalină a gheții s-a studiat — calitativ — — în lumină polarizată, pe șlifuri, folosindu-se instalații optice speciale (cu fotografiere).

p_c, p_t — presiunea de cristalizare (solidificare prin înghețare) a apei și, respectiv, presiunea de topire a gheții, în Pa, MPa, bar etc.;

p_0, p_d — presiunea normală (atmosferică) și, respectiv, presiunea de distrugere (plesnire), în Pa, MPa, bar etc.;

t, t_g — temperatura apei și, respectiv, a gheții, în °C;

t_c, t_t — temperatura de cristalizare (solidificare prin înghețare) a apei, la presiunea normală (atmosferică → p_0 = 0,1013 MPa = 1,013 bar) și, respectiv, temperatura de topire a gheții, în °C;

D_i — diametrul interior al incintei (spațiului cav → → cavității), în mm;

E, E_g — modulul de elasticitate volumic (elasticitatea volumică) al(a) apei și, respectiv, modulul de elasticitate longitudinal (Young) al gheții, în N/mm² (MPa), bar, Pa etc.;

G_g — modulul de elasticitate transversal (Coulomb) al gheții, în N/mm² (MPa), bar, Pa etc.;

$L_{tg} = L_{sg}$ — căldurile latente de topire și, respectiv, de solidificare ale gheții (apei), în J/kg;

Q — cantitatea de căldură, în J;

S — entropia, în J/K;

T, T_g — temperaturile termodinamice a apei și, respectiv, a gheții, în K;

V, V_g — volumul apei și, respectiv, volumul gheții, în m³, dm³(l) etc.;

V_1, V_{1g} — volumul unitar al apei și, respectiv, al gheții, în m³/kg;

V_{aer} — volumul aerului (gazelor) din incintă, în m³, dm³(l) etc.;

V_0 — volumul total (inițial, de referință) al incintei sau cavității, în m³, dm³(l) etc.;

α_g — transmisivitatea termică (superficială) a gheții, în W/(m².K);

α_l — dilativitatea (coeficientul de dilatare) liniară a(al) gheții, în grd^{-1};

$\beta = \beta_p$ — compresivitatea (coeficientul de compresiune al) apei, în Pa^{-1}, mm²/N, bar^{-1} etc.;

$\beta_g = \beta_t$ — dilativitatea (coeficientul de dilatare) volumică a(al) gheții, în grd^{-1};

η_g — viscozitatea dinamică a gheții, în (Pa.s);

ϑ — temperatura aerului atmosferic, a mediului înconjurător sau a peretelui metalic, în °C;

λ_g — conductivitatea (coeficientul de conductivitate) termică a gheții, în W/(m.K);

μ_g — coeficientul de contracție transversală (Poisson) al gheții;

ξ — salinitatea apei, în 0/00;

ρ, ρ_g — densitatea apei și, respectiv, densitatea gheții, în kg/m³;

σ_g — limita deformației elastice a gheții, în N/mm² (MPa);

τ — timpul, în general, în s.

Cercetări și experimentări privind construcția și exploatarea fusului capului hidraulic

Conf. dr. ing. **V. Ulmanu,**
prof. dr. doc. ing. **D. Rașeev,**
conf. dr. ing. **M. Marcu,**
asist. ing. **M. Minescu**
Institutul de petrol și gaze Ploiești

I. Introducere

Capul hidraulic este un subansamblu important al instalațiilor de foraj și intervenție, rolul lui fiind de a asigura circulația fluidului de foraj și de a susține garnitura de foraj în rotație. Formele constructive și caracteristicile tehnice ale capetelor hidraulice sînt reglementate în STAS 5736—82 și A.P.I. Spec. 8A, iar tipodimensiunile îmbinărilor filetate sînt reglementate de STAS 835/1—80 și A.P.I. Spec. 7.

Elementul sensibil al capului hidraulic îl constituie filetul fusului, care în exploatare este solicitat complex la înșurubare cu forța de pretensionare, tracțiune, presiune interioară și încovoiere.

În lucrare se prezintă starea de tensiuni din îmbinarea filetată a fusului capului hidraulic și căile tehnologice și constructive de creștere a durabilității acestuia.

II. Determinarea experimentală a tensiunilor din îmbinarea fusului capului hidraulic

Starea de tensiuni în îmbinarea filetată cu umăr a fusului capului hidraulic (fig. 1) s-a determinat prin tensometrie electrică rezistivă în condiții de exploatare și prin metoda fotoelasticității tridimensionale. Determinările s-au efectuat pentru o îmbinare de tipul 6 $^5/_8$ REG, reprezentativă pentru majoritatea capetelor hidraulice.

1. *Determinarea experimentală a tensiunilor prin tensometrie electrică rezistivă*

Cercetarea tensiunilor prin această metodă s-a efectuat atît în regim dinamic (în condițiile funcționării în șantier), cît și în regim

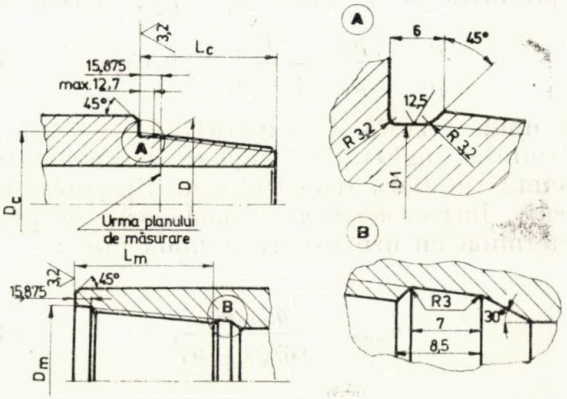


Fig. 1. Îmbinarea filetată dintre fusul capului hidraulic și reducția de legătură

static (la înșurubare și tracțiune) în condiții de probă.

Determinarea tensiunilor în regim dinamic s-a realizat cu montajul din figura 2, iar oscilograma de variație a efortului axial este prezentată în figura 3 pentru următoarele condiții de exploatare :

— instalația de foraj 4LD 150
— capul hidraulic CH 200
— tipul garniturii de foraj 5 in (127 mm)
— lungimea garniturii 2041 m.

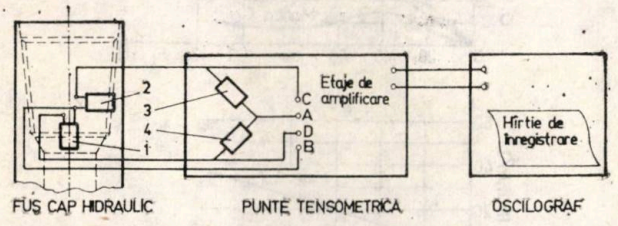


Fig. 2. Amplasarea traductorilor pentru măsurarea tensiunilor în regim de lucru

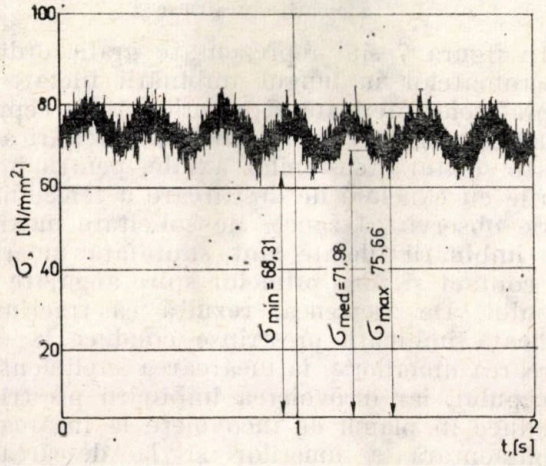


Fig. 3. Oscilograma prezentînd variația tensiunilor axiale în fusul capului hidraulic în regim de lucru

Rezultă că solicitarea fusului în exploatare are caracter oscilant, în condițiile experimentării coeficientului de asimetrie al ciclului fiind $R = \sigma_{min}/\sigma_{max} = 0{,}9$, apropiat de solicitarea statică.

Totodată, valoarea solicitărilor indică faptul că fusul este supradimensionat, confirmînd o practică curentă pe plan mondial, de a folosi la o instalație de foraj un cap hidraulic cu sarcina maximă de lucru la cîrlig mai mare decît cea a instalației.

În vederea cercetării experimentale a stării de tensiuni dezvoltată la operația de înșurubare, cît și pentru determinarea unui criteriu de prescriere în condiții de șantier a momentului de înșurubare s-au măsurat tensiunile la suprafața interioară a cepului reducției și la suprafața exterioară a filetului fusului în condițiile reale de înșurubare a reducției la întreprinderea constructoare. Îmbinarea astfel înșurubată a fost apoi solicitată la tracțiune axială. Experimentările s-au făcut în condiții statice pentru o reducție de tipul $6\ ^5/_8$ REG de la capul hidraulic CH 320. Amplasarea traductorilor și valorile tensiunii în punctele de măsurare sînt prezentate în figura 4.

Pentru determinarea unui criteriu de control a valorii momentului de înșurubare în exploatare, s-a măsurat și deplasarea relativă pe circumferință începînd cu momentul realizării contactului umerilor (Δc), valorile fiind prezentate în figura 5 (curba *a*).

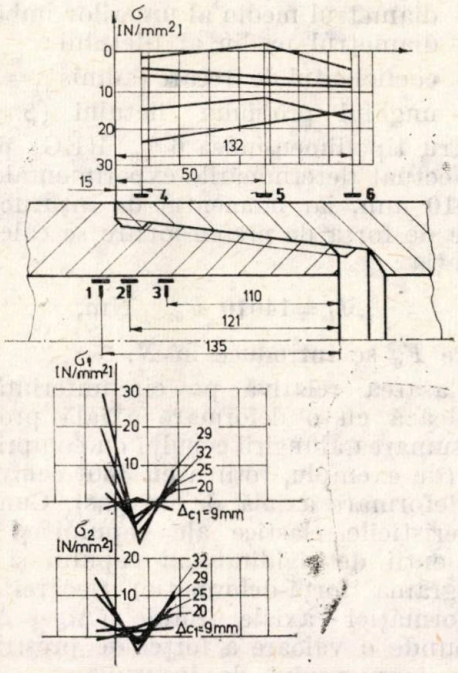


Fig. 4. Amplasarea traductorilor și variația tensiunilor în punctele de măsurare la înșurubare

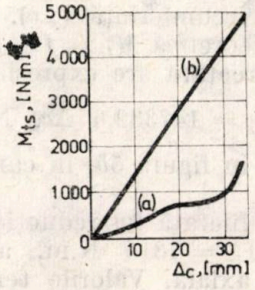


Fig. 5. Variația momentului de înșurubare (M_{ts}) în funcție de deplasarea pe circumferință Δc)

Folosind tensiunea determinată în zona nefiletată de la baza cepului (marca 3 amplasată la 9 mm de umăr) se poate determina forța de pretensionare în cep datorată momentului de înșurubare, prin multiplicarea tensiunii cu aria secțiunii transversale a cepului A_c.

$$F_0 = \sigma_1 \cdot A_c. \qquad (1)$$

Cunoscînd forţa de pretensionare, momentul corespunzător de înşurubare se determină cu relaţia :

$$M_{st} = F_0 \cdot a, \qquad (2)$$

în care termenul a este dependent de tipodimensiunea îmbinării şi are expresia [6] :

$$a = \frac{p}{2\pi} + \frac{d_m \cdot \mu}{2 \cos \beta} + \frac{d_u}{2} \cdot \mu, \qquad (3)$$

în care :

p este pasul filetului ;

d_u — diametrul mediu al umerilor îmbinării ;

d_m — diametrul mediu al filetului ;

μ — coeficientul de frecare (admis $\mu = 0{,}08$) ;

β — unghiul profilului filetului ($\beta = 30°$).

Pentru tipodimensiunea 6 $^5/_8$ REG, pe care s-au efectuat determinările experimentale, a = = 14010 mm, iar momentul de înşurubare în funcţie de forţa de pretensionare se calculează cu relaţia :

$$M_{ts} = 14010 \; F_0, \quad \text{Nm}, \qquad (4)$$

în care F_0 se introduce în N.

Deplasarea relativă pe circumferinţă, Δc, echivalează cu o deformare axială provenită din însumarea alungirii cepului cu comprimarea mufei (de exemplu, rotirea cu 360° echivalează cu o deformare axială de un pas). Cunoscînd caracteristicile elastice ale cepului şi mufei (coeficienţii de rigiditate ai cepului şi mufei şi diagrama forţă-deformaţie) fiecărei valori a deformaţiei axiale totale ($\Delta l_c + \Delta l_m$) îi corespunde o valoare a forţei de prestrîngere, deci a momentului de înşurubare.

Pe această bază se corelează teoretic momentul de înşurubare (M_{ts}) cu deplasarea relativă pe circumferinţă (Δc). S-a construit astfel curba teoretică $M_{ts} = f(\Delta c)$, care pentru îmbinarea cercetată are expresia :

$$M_{ts} = 147332{,}6 \; \Delta c, \quad \text{N.m}, \qquad (5)$$

reprezentată în figura 5*b*, în care Δc se introduce în mm.

Îmbinarea filetată fus-reducţie prestrînsă cu momentul $M_{ts} = 1315$ N.m, a fost supusă la tracţiune axială. Valorile tensiunilor principale în cep şi mufă şi variaţia lor sînt prezentate în figura 6.

Din cercetările efectuate rezultă că în condiţii uzinale momentul de înşurubare a îmbinării fus-reducţie este mult sub valorile recomandate pentru această tipodimensiune [4, 6].

2. *Determinarea experimentală a tensiunilor prin metoda fotoelasticităţii tridimensionale*

În cadrul lucrării s-a analizat starea de tensiuni pentru două variante constructive ale îmbinării 6 $^5/_8$ REG, cu şi fără degajări pentru descărcarea tensiunilor, solicitate la înşurubare cu forţă de prestrîngere, la tracţiune şi la încovoiere, solicitările fiind aplicate individual şi suprapus, folosind metoda înghe-ţării eforturilor.

Experimentările s-au făcut pe modele reduse la scara 1 : 3 [7].

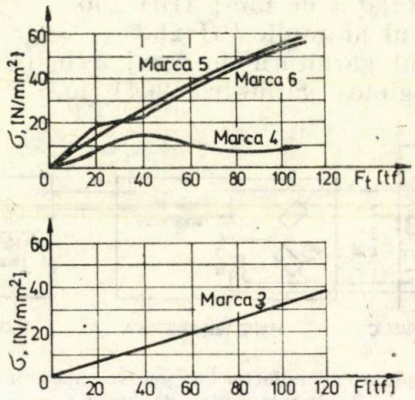


Fig. 6. Variaţia tensiunii axiale (σ_1) la solicitarea de tracţiune a îmbinării prestrînse

În figura 7 sînt reprezentate grafic ordinul izocromatelor în lungul îmbinării filetate pe suprafeţele interioară şi exterioară ale cepului şi mufei pentru combinaţiile de solicitări analizate şi alura tensiunilor axiale, pentru îmbinările cu canelură de descărcare a tensiunilor.

Se observă că zonele de solicitare maximă ale îmbinării filetate sînt suprafaţa umerilor de contact şi zona primelor spire angajate ale cepului. De asemenea, rezultă că tracţiunea aplicată îmbinării prestrînse conduce la descărcarea umerilor şi la încărcarea suplimentară a cepului, iar încovoierea îmbinării prestrînse conduce în planul de încovoiere la încărcarea suplimentară a umerilor şi la descărcarea cepului la fibra comprimată şi la descărcarea umerilor şi încărcarea suplimentară a cepului la fibra întinsă.

III. Analiza materialelor şi tratamentelor termice folosite la fabricaţia fusului capului hidraulic.

Solicitarea variabilă a fusului capului hidraulic, corelată şi cu prezenţa filetului care este un puternic concentrator de tensiuni şi a mediului coroziv la interior, ridică problema alegerii materialului şi a tehnologiei de tratament termic care să conducă la obţinerea caracteristicilor mecanice şi a comportării la oboseală optime. Unele avarii în exploatare produse prin ruperea filetului fusului, impun determinarea caracteristicilor metalurgice, mecanice şi de oboseală ale materialului fusului.

Materialul folosit la fabricarea fusului capului hidraulic este oţelul 34 MoCrNi15, STAS 791—80, în stare îmbunătăţită, echivalent cu oţelul 34 CrNiMo6 (R.F.G.) respectiv SAE 4340

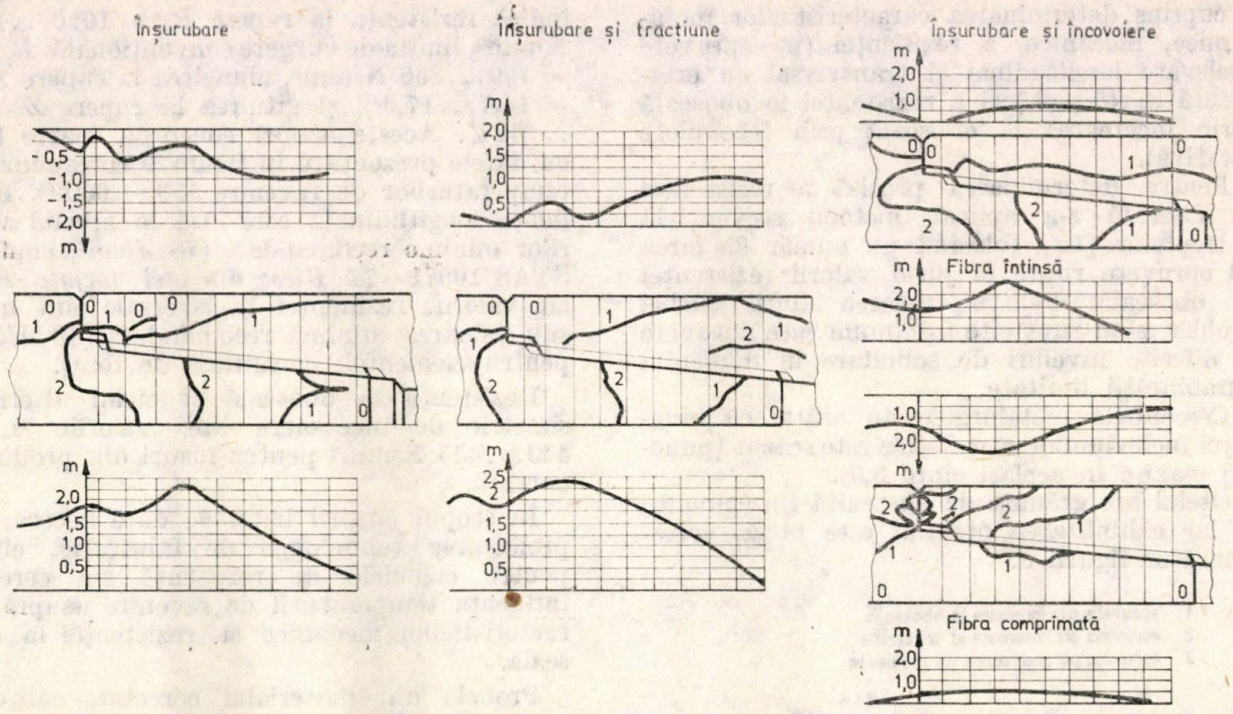


Fig. 7. Curbele de variație a tensiunii longitudinale în elementele îmbinării filetate determinate pe baza analizei izocromatelor

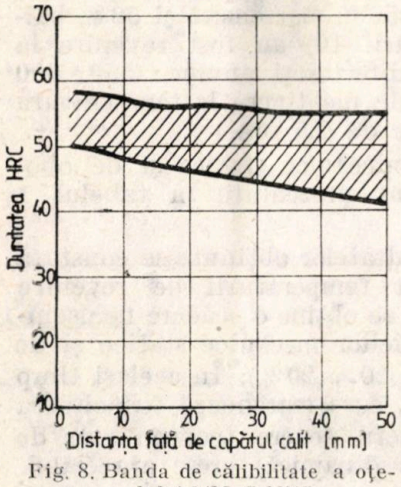


Fig. 8. Banda de călibilitate a oțelului 34MoCrNi15

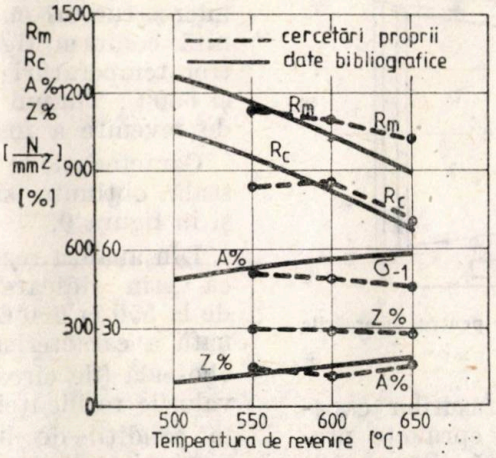


Fig. 9. Variația principalelor caracteristici mecanice ale oțelului 34MoCrNi15 cu temperatura de revenire

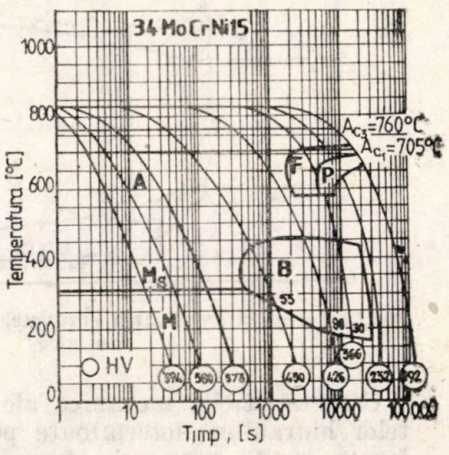


Fig. 10. Curba TTT la răcirea continuă

(S.U.A.), fiind apropiat de oțelul 36CrNiMo4 (R.D.G., TGL 6547). Pe această bază se prezintă principalele caracteristici metalurgice și mecanice ale oțelului și anume: banda de călibilitate la proba de călire frontală (fig. 8), variația principalelor caracteristici mecanice cu temperatura de revenire (fig. 9), curba timp-temperatură-transformare (TTT) la răcire continuă (fig. 10) și curba timp-temperatură-transformare la răcire izotermică (fig. 11), conform [11].

Analiza a două fusuri de cap hidraulic avariate în exploatare prin rupere la oboseală

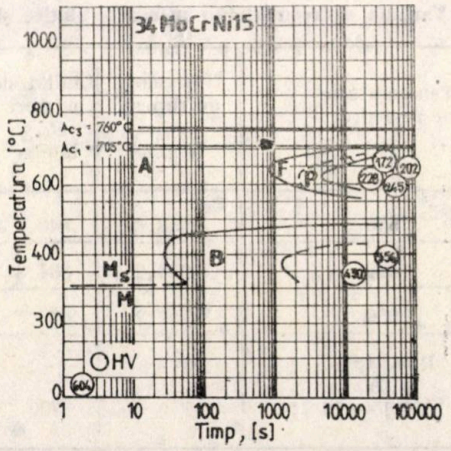


Fig. 11. Curba TTT la răcirea izotermică

a cuprins determinarea caracteristicilor metalurgice, mecanice, a rezilienţei (pe epruvete prelevate longitudinal şi transversal cu crestătură în *U* şi *V*) şi a rezistenţei la oboseală (prin încercarea la oboseală prin încovoiere rotativă).

Pentru determinarea precisă a rezistenţei la oboseală s-a aplicat metoda secvenţială a treptelor [10], folosind un număr de circa 12 epruvete rupte în jurul valorii rezistenţei la oboseală. Pentru trasarea alurii curbei Wöhler, s-au rupt cîte minimum şase epruvete la diferite niveluri de solicitare în domeniul durabilităţii limitate.

Cercetările metalurgice au arătat că punctajul incluziunilor nemetalice este scăzut (punctaj maxim în acelaşi cîmp 3,5).

Oţelul are grăunte de austenită fin (punctaj 8) iar călibilitatea oţelului este bună, corespunzător figurii 8.

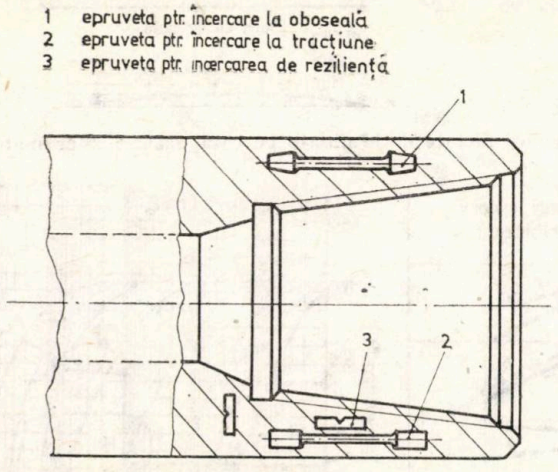


Fig. 12. Forma şi amplasarea epruvetelor pentru încercările mecanice

Caracteristicile mecanice ale fusurilor capetelor hidraulice determinate pe epruvete prelevate la 25 mm sub suprafaţă (figura 12) indică rezistenţa la rupere $R_m = 1010...1160$ N/mm², limita de curgere convenţională $R_{p0,2} = 700...860$ N/mm², alungirea la rupere $A = 14,7...17,5\%$ şi gîtuirea la rupere $Z = 58...64\%$. Aceste valori concordă foarte bine cu datele prezentate în figura 9 corespunzător temperaturilor de revenire 550 — 600°C. Rezilienţa longitudinală este însă la nivelul valorilor minime recomandate (78 J/cm², conform STAS 10971—74 *Piese din oţel forjate liber*, iar valorile rezilienţei transversale sînt uzual sub valoarea minimă recomandată (40 J/cm²) pentru elementele garniturii de foraj.

Rezistenţa la oboseală la ciclul alternant simetric de încovoiere are valorile $\sigma_{-1} = 443...455$ N/mm² pentru fusuri din producţia curentă.

În scopul lărgirii bazei de date necesare la proiectarea tehnologiei de fabricaţie, cît şi pentru calculele de rezistenţă s-a cercetat influenţa temperaturii de revenire asupra caracteristicilor mecanice şi rezistenţei la oboseală.

Probele din materialul cercetat, călite la temperatura 840°C (obţinîndu-se aproximativ aceeaşi duritate 420 HB corespunzătoare unei microstructuri cu 50% martensită şi 50% bainită conform figurii 10) au fost revenite la trei temperaturi diferite şi anume: 550, 600 şi 650°C. Timpul de menţinere la temperatura de revenire a fost de 2,5 ore.

Caracteristicile mecanice statice şi de oboseală obţinute sînt prezentate în tabelul 1 şi în figura 9.

Din analiza rezultatelor obţinute se constată că prin ridicarea temperaturii de revenire de la 550 la 650°C se obţine o scădere neînsemnată a caracteristicilor mecanice statice şi de oboseală (de circa 10...20%). În acelaşi timp valorile rezilienţei, care marchează tenacitatea în condiţii de lucru severe (concentrare de tensiuni, solicitare dinamică) cresc apreciabil.

Tabelul 1

Variaţia caracteristicilor mecanice statice şi de oboseală ale oţelului 34MoCrNi15 cu temperatura de revenire

Temperatura de revenire, °C	Rezistenţa de rupere, R_m, N/mm²	Limita de curgere $R_{p0,2}$ N/mm²	Alungirea la rupere, A, %	Gîtuirea la rupere, Z, %	Rezistenţa la oboseală, σ_{-1} N/mm²	Rezilienţa, *KCU*		Rezilienţa, KCV	
						long., J/cm²	transv., J/cm²	long., J/cm²	transv., J/cm²
550	1158,6	840,3	15,1	60,27	572,4	62	24,1	32,9	18,2
600	1064,2	864,8	14,7	59	492,8	101,6	35	71,8	25
650	1152,2	658,5	16,2	58,19	464,1	186,6	50	152,9	51,3
Prescripţii STAS 1097/1 — 74	900	700	11	50	—	78	—	—	—

În aceste condiţii, se recomandă efectuarea tratamentului termic de revenire la o temperatură cuprinsă în intervalul 600 — 650°C.

S-au efectuat, de asemenea, cercetări pentru determinarea duratei optime de menţinere la temperatura de revenire. În acest scop, s-a determinat variaţia durităţii obţinute prin revenire la temperatura de 600°C, variindu-se durata de menţinere a probelor în cuptor de la 0,5 la 13,5 ore.

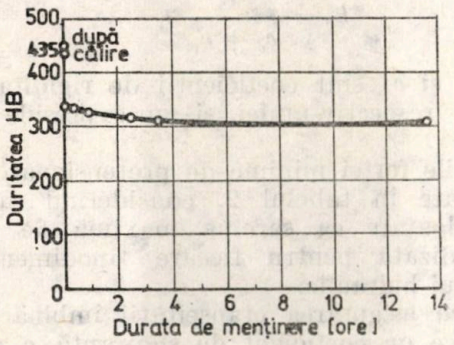


Fig. 13. Variaţia durităţii Brinell cu durata de menţinere la temperatura de revenire

Variaţia durităţii cu durata de menţinere la temperatura de revenire este prezentată în figura 13. Se apreciază că durata de menţinere la 600°C necesară şi avantajoasă economic este 2...2,5 ore.

Valorile din tabelul 1, reprezentate în figura 9, arată o bună concordanţă cu datele din literatura de specialitate.

Valorile rezistenţei la oboseală la ciclul alternant simetric obţinute în condiţii optime de tratament termic variază între 464...572N/mm² în foarte bună concordanţă cu valorile prezentate în [9] pentru oţelul 36 CrNiMo4. Se recomandă astfel pentru calculele de rezistenţă valorile rezistenţelor la oboseală pentru solicitările de încovoiere, tracţiune şi torsiune prezentate în figura 14, [9], cu valorile $\sigma_{-1i} = 530\,N/mm^2$, $\sigma_{-1t} = 420\,N/mm^2$ şi $\tau_{-1} = 320\,N/mm^2$.

Pe diagrame se prezintă şi valorile rezistenţei la oboseală pentru diferite cicluri de solicitare ($R = \sigma_{min}/\sigma_{max}$).

De remarcat că aceste valori sînt inferioare celor prezentate pentru oţelul 34CrNiMo4 (R.F.G.) în lucrarea [8], unde $\sigma_{-1i} = 550\ N/mm^2$.

IV. Analiza tensiunilor în îmbinarea filetată şi prescrierea momentelor de înşurubare

Pornind de la concluziile rezultate în urma determinărilor experimentale şi a tipului de solicitare şi ţinînd cont de analiza materialelor folosite la execuţia fusului capului hidraulic s-a determinat capacitatea portantă a îmbinării filetate a fusului capului hidraulic.

Calculul capacităţii portante a îmbinării filetate a fusului capului hidraulic s-a efectuat atît în condiţiile solicitării statice, care reprezintă cazul normal de solicitare, cît şi în condiţiile solicitării dinamice — calculul la oboseală.

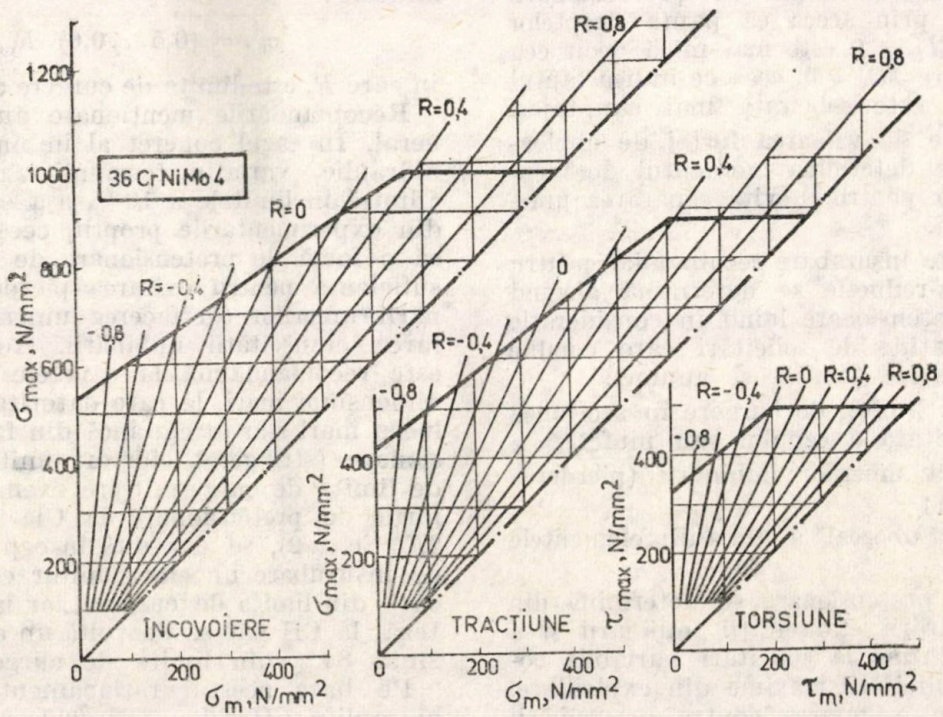


Fig. 14. Diagrama rezistenţelor la oboseală (Smith) pentru materialul fusului capului hidraulic

1. *Calculul solicitării îmbinării filetate datorită înşurubării cu forţă de prestrîngere*

În urma înşurubării, cepul este solicitat la tracţiune respectiv mufa la compresiune sub acţiunea forţei de pretensionare F_0, care determină deformarea elastică a celor două componente.

Folosind metodologia prezentată în lucrarea [4] s-a analizat variaţia efortului unitar în cep cu momentul de înşurubare şi cu forţa de exploatare, prezentată spre exemplificare pentru îmbinarea $6^5/_8$ REG în figura 15. Din analiza datelor din figură rezultă următoarele.

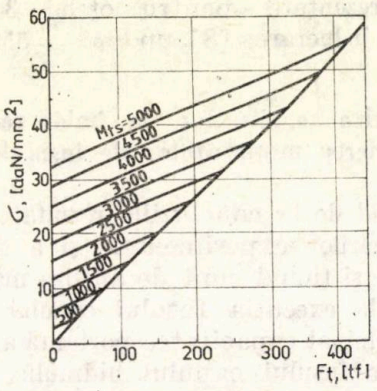


Fig. 15. Variaţia tensiunii axiale în cep în funcţie de forţa de tracţiune şi momentul de înşurubare

1. Dependenţa dintre efortul axial din cep şi forţa din exploatare este liniară pentru orice valoare a momentului de înşurubare.

2. Se evidenţiază avantajul pretensionării (prestrîngerii) prin aceea că panta dreptelor pentru care $M_{ts} \neq 0$ este mai mică decît cea corespunzătoare $M_{ts} = 0$, ceea ce indică faptul că îmbinarea este solicitată mai avantajos.

3. În funcţie de valoarea forţei de exploatare, se poate determina momentul de înşurubare necesar pentru a evita separarea umerilor îmbinării.

Momentul de înşurubare recomandat pentru îmbinarea fus-reducţie se determină alegînd sarcina de pretensionare luînd în consideraţie toate combinaţiile de solicitări care conduc la situaţii critice (limită) şi anume:

- atingerea limitei de curgere în secţiunea cea mai solicitată a cepului sau mufei;
- desfacerea umerilor îmbinării (pierderea pretensionării);
- ruperea la oboseală a unuia din elementele îmbinării.

Sarcina de pretensionare se determină din condiţia asigurării etanşeităţii îmbinării şi a rezistenţei maxime la solicitări variabile corespunzător solicitării maxime din exploatare, precum şi din asigurarea contra deşurubării şi evitarea ruperii la montaj.

Forţa minimă de pretensionare se determină în funcţie de forţa de exploatare, conform relaţiei [5]:

$$F_0 = (1 - k_0) \cdot F, \tag{11}$$

în care:

F este sarcina de exploatare;
F_0 — forţa de pretensionare;
k_0 — coeficient de sarcină, avînd expresia:

$$k_0 = \frac{c_c}{c_c + c_m}, \tag{12}$$

unde c_c şi c_m sînt coeficienţii de rigiditate ai cepului, respectiv mufei, şi au expresiile conform [5].

Valorile forţei minime de pretensionare sînt prezentate în tabelul 2, considerînd sarcina de exploatare ca sarcina maximă de lucru standardizată pentru fiecare tipodimensiune a capului hidraulic.

Pentru asigurarea etanşeităţii îmbinării, se introduce un coeficient de siguranţă, c, astfel încît forţa de pretensionare devine:

$$F_0 = c \cdot F \cdot (1 - k_0). \tag{13}$$

În funcţie de natura sarcinii de exploatare, pentru c se recomandă următoarele valori [5]:

$c = 1{,}25 \ldots 1{,}5$ pentru solicitare statică;
$c = 2{,}5 \ldots 4$ pentru solicitare variabilă.

De asemenea, în literatura de specialitate se recomandă ca efortul unitar de pretensionare la şuruburi din oţeluri aliate să fie cuprins în limitele:

$$\sigma_{0,t} = (0{,}5 \ldots 0{,}6)\ R_c, \tag{14}$$

în care R_c este limita de curgere a materialului.

Recomandările menţionate au caracter general. În cazul concret al îmbinărilor capului hidraulic, variaţia tensiunii axiale poate fi admisă în limitele a 10%, aşa cum a rezultat din experimentările proprii, ceea ce înseamnă că o forţă de pretensionare de 1,2 F_0^{min} este suficientă pentru evitarea pierderii pretensionării umerilor (desfacerea umerilor) şi asigurarea etanşeităţii îmbinării. Această valoare este recomandabilă la capetele hidraulice de dimensiuni mari, la care datorită sarcinilor de lucru mari s-ar atinge încă din faza de pretensionare (strîngere) eforturi unitare apropiate de limita de curgere. Spre exemplu, admiţînd forţa de pretensionare la CH 500 egală cu $2F_0^{min}(c = 2)$, se dezvoltă în cep încă din faza de înşurubare un efort unitar care reprezintă 65% din limita de curgere, iar în aceeaşi ipoteză, la CH 650 se dezvoltă un efort ce reprezintă 84% din limita de curgere.

Pe baza acestui raţionament, la capetele hidraulice CH 80... CH 200, se admite valoarea forţei de pretensionare de $3F_0^{min}$, iar

Tabelul 2

Elemente funcţionale ale îmbinării filetate a capului hidraulic

Tipul capului hidraulic	Tipodimensiunea îmbinării	k_0	M_{ts}^{max}, daNm	F_0^{min}, tf	F_0, tf	M_{ts}^{min}, daNm	M_{ts} recomandat, daNm	F_{disp}, tf	Δc, mm	
CHT 80	$4^1/_2$ REG	0,421	3944	46,3	138,9	1225	1200 — 1350	260	24,408	27,459
	sau	sau	sau	sau	sau	sau	sau	sau	sau	sau
	$6^5/_8$ REG	0,439	12468	44,9	134,7	1887	1890 — 2080	791	12,25	14,10
CHT 120	$4^1/_2$ REG	0,421	3710	72,4	217,2	1915	1920 — 2120	182	38,646	43,12
	sau	sau	sau	sau	sau	sau	sau	sau	sau	sau
	$6^5/_8$ REG	0,439	12204	70,1	210,3	2946	2950 — 3240	716	20,08	22,064
CHT 200	$6^5/_8$ REG	0,439	10973	111,2	336,6	4715	4700 — 5170	534	32,0	35,20
CHT 300	$6^5/_8$ REG	0,439	10357	168,3	435,5	6100	6100 — 6770	435	41,54	46,10
CHT 400	$6^5/_8$ REG	0,439	9742	224,4	435,5	6100	6100 — 6770	435	41,54	46,10
CHT 500	$6^5/_8$ REG	0,439	9126	280,5	435,5	6100	6100 — 6770	435	41,54	46,10
CHT 650	$6^5/_8$ REG	0,439	8206	364,6	435,5	6100	6100 — 6770	435	41,54	46,10
CHT 750	$8^5/_8$ REG	0,520	23867	360	840	15548	15550 — 17100	839	580	637

Notă:
S-a admis $R_c = 78$ daN/mm² conform STAS 1079/1 — 74 pentru oţelul 34MoCrNi15. La capul hidraulic CHT 750 s-a admis $R_c = 64$ daN/mm² conform STAS 1097/1—74 pentru diametre cuprinse în intervalul 150—200 mm

pentru tipodimensiunile CH 300...CH 750 se admite sarcina de pretensionare corespunzătoare dezvoltării în cep a unui efort unitar în valoare de 0,5 R_c (390 N/mm²). Valorile sarcinii de pretensionare astfel determinate sînt prezentate în tabelul 2.

Corespunzător acestor sarcini de pretensionare, s-au calculat momentele optime de înşurubare, prezentate în tabelul 2.

Se menţionează că pentru îmbinările $6^5/_8$ REG de la prăjinile grele, în [6] se recomandă momentul de înşurubare în limitele 6360... 7000 daN · m, iar pentru îmbinările $8^5/_8$ REG, 14930 ... 16430 daN · m.

Se observă că valorile recomandate pentru momentul de înşurubare în prezenta lucrare concordă bine cu datele API, [6].

Pentru controlul orientativ al realizării momentului de înşurubare prescris s-au calculat şi valorile deplasării relative între fus şi reducţie, prezentate în tabelul 2.

2. *Calculul de verificare la solicitări variabile*

Calculul de verificare a îmbinării la solicitări variabile s-a efectuat ţinînd cont de ciclul de solicitare determinat experimental şi anume tracţiune oscilantă, partea variabilă a efortului unitar reprezentînd circa 10% din valoarea tensiunii medii.

Ciclul de solicitare expus corespunde solicitării mufei, iar la solicitarea cepului ciclul de solicitare e modificat datorită prestringerii şi s-a dedus prin introducerea în diagrama forţă-deformaţie a tensiunilor maxime şi minime de exploatare, σ_{max} şi σ_{min}, [5].

Rezultă astfel eforturile maxim şi minim în cep:

$$\sigma_{max,c} = \sigma_{0,t} + k_0\sigma_{max}, \quad (6)$$

$$\sigma_{min,c} = \sigma_{0,t} + k_0\sigma_{min}, \quad (7)$$

Pe această bază se determină tensiunea medie şi amplitudinea tensiunii ciclului în cep, care au expresiile:

$$\sigma_{m,c} = \sigma_{0,t} + k\sigma_m, \quad (8)$$

$$\sigma_{a,c} = k_0\sigma_a. \quad (9)$$

Caracteristicile de rezistenţă ale materialului utilizate la calculul de verificare la oboseală sînt cele determinate la punctul 3.

În continuare se prezintă un exemplu de calcul privind verificarea cepului îmbinării filetate la oboseală pentru îmbinarea reprezentativă $6^5/_8$ REG.

Solicitarea îmbinării filetate se consideră, spre exemplificare, cea determinată prin tensometrarea capului hidraulic CH 200 în exploatare, caracterizată prin:

— forţa axială maximă $F_{max} = 887{,}8$ kN;
— forţa axială minimă $F_{min} = 801{,}6$ kN;
— aria cepului în planul de măsurare $A_c = 11\,110$ mm²;
— efortul unitar de pretensionare, admiţînd momentul mediu de înşurubare $M_{ts} = 4500$ daN.m (tab. 2) este $\sigma_{0,t} = 289$ N/mm²;
— coeficientul de sarcină $k_0 = 0{,}439$ (tab. 2).

Folosind relaţiile (6) şi (7) se obţine:

$$\sigma_{max,c} = \sigma_{0,t} + k_0\sigma_{max} = 289 + 0{,}439\,\frac{887{,}9}{11\,110} =$$

$$= 324{,}08\,\frac{\text{N}}{\text{mm}^2};$$

$$\sigma_{min,c}=\sigma_{0.t}+k_0\sigma_{min}=289+0{,}439\frac{801{,}6}{11110}=$$

$$=320{,}67\frac{N}{mm^2}.$$

Tensiunea medie și amplitudinea tensiunii ciclului în cep se determină cu relațiile (8) și (9):

$$\sigma_{m,c}=\frac{324{,}08+320{,}67}{2}=322{,}37\ N/mm^2;$$

$$\sigma_{a,c}=\frac{35{,}08-31{,}67}{2}=1{,}7\ N/mm^2.$$

Coeficientul de siguranță se calculează cu relația, [5]

$$c=\frac{1}{\frac{\beta_k}{\gamma\cdot\varepsilon}\cdot\frac{\sigma_{a.c}}{\sigma_{-1}}+\frac{\sigma_{m,c}}{R_m}}, \qquad (10)$$

în care:

β_k — coeficientul efectiv de concentrare a tensiunilor

$\beta_k = 5{,}29$ conform [5];

γ — factorul dimensional; $\gamma = 0{,}497$ conform [5];

ε — factor ce ține seama de starea suprafeței piesei;

$\varepsilon = 0{,}8$, conform [5];

R_m — rezistența la tracțiune;

$R_m = 960\ N/mm^2$ — determinată prin analiza statistică a valorilor obținute curent la întreprinderea constructoare

σ_{-1} — rezistența la oboseală

$\sigma_{-1} = 481{,}4\ N/mm^2$, determinată de autori prin încercarea la oboseală pe stand a îmbinărilor filetate de dimensiuni reale.

$$c=\frac{1}{\frac{5{,}29}{0{,}8\cdot0{,}497}\cdot\frac{1{,}7}{481{,}4}+\frac{322{,}27}{960}}=2{,}613.$$

Concluzii

1. Analiza experimentală a solicitărilor în exploatare a îmbinării filetate a fusului capului hidraulic arată că acestea au valoarea maximă la circa 1/3 din lungimea cepului față de umăr atît la solicitarea de înșurubare, cît și la cea de înșurubare și tracțiune suplimentară.

Ciclul de solicitare este de tracțiune oscilantă, partea variabilă a efortului unitar al ciclului reprezentînd circa 10% din valoarea tensiuni medii.

2. Analiza complexă a caracteristicilor metalurgice, mecanice și de oboseală ale materialului fusului capului hidraulic a condus la indicarea regimului optim de tratament termic. Totodată se prezintă o bază completă de date caracterizînd materialul fusului capului hidraulic din punct de vedere metalurgic, al caracteristicilor mecanice și al rezistenței la solicitări variabile, determinate atît pe baza cercetărilor proprii, cît și a celor din literatura de specialitate.

3. Valoarea momentului optim de înșurubare depinde de valoarea solicitărilor exterioare și s-a determinat din condiția evitării solicitărilor limită care conduc la atingerea limitei de curgere, desfacerea umerilor îmbinării sau ruperea la oboseală a cepului.

Valorile momentelor de înșurubare prescrise sînt în concordanță cu valorile recomandate de API RP—7G, [6].

4. Pentru controlul orientativ al realizării momentului de prestrîngere se recomandă și prescrierea valorii deplasării relative pe circumferință între fus și reducție, Δc, indicată în tabelul 2.

Bibliografie

[1] Ulmanu, V., Rașeev, D., Huidu, T. *Cercetări experimentale privind starea de eforturi în filetele racordurilor speciale.* St. Cerc. Mec. Apl. tom 34, nr. 1, 1975, p. 91—111.

[2] Ulmanu, V., Rașeev, D. *Cercetări privind capacitatea portantă a îmbinărilor filetate cu umăr pentru garnitura de foraj.* St. Cerc. Mec. Apl. tom 40, nr. 5, p. 529—544, 1982.

[3] Bollenrath, F., Hauk, V., Nolte, L. *Spannungsoptische Untersuchungen an Gestängeverbinder,* Erdoel Z., 78 Jg., Sept. 1962, p. 545—549.

[4] Ulmanu, V., *Contribuții la studiul racordurilor speciale sudate pentru forajul de mare adîncime.* Teză de doctorat, Ploiești, 1973.

[5] Rașeev, D., Ulmanu, V., Marcu, M., Minescu M. *Cercetări și experimentări privind construcția și exploatarea capetelor hidraulice. Ra*port final la contractul de cercetare nr. 121/1981, Ploiești, 1983.

[6] * * * A.P.I. RP 7G. *Recommended practice for drill stem design and operating limits.*

[7] Ulmanu, V., Huidu, T. *Cercetări privind determinarea stării de tensiuni în îmbinările filetate ale garniturii de foraj, prin metoda fotoelasticității tridimensionale.* Mine, Petrol, Gaze, București, **35**, ianuarie 1984.

[8] Hertel, H. *Ermüdungsfestigkeit der Konstructionen,* Berlin-Heidelberg — N.Y. Springer V. 1969.

[9] * * * D.D.R. Standard TGL 19340/02 Dauerfestigkeit der Maschinenbauteile März 1983.

[10] Deubelbeiss, E. *Dauerfestigkeitsversuche mit einem modifizierten Treppenstufenverfahren.* Materialpruffung 16 (1974), 118.

[11] * * * Fortuna GMBH Stahlwerke. Baustähle April 1969.

Zona Căldăraru: din evoluţia ei neogenă şi punerea în loc a zăcămintelor de hidrocarburi

Dr. geol. **D. Paraschiv**
I.C.P.P.G. Cîmpina

Zona Căldăraru-Căţelu se situează la periferia estică a oraşului Bucureşti. Descoperirea unor acumulări de petrol şi gaze în împrejurimile Capitalei a determinat efectuarea unei reţele dese de profile seismice şi săparea, în apropierea localităţii Căldăraru, a peste 90 sonde pe o arie care nu depăşeşte 6 km².

Cele mai adînci sonde din zonă au rămas cu talpa în Cretacic, pe care l-au deschis numai parţial, pe o secţiune de maximum 200 m. Acesta este alcătuit din calcare mai mult sau mai puţin argiloase, microcristaline, uneori organogene, precum şi din marnocalcare cu intercalaţii grezo-nisipoase. Majoritatea eşantioanelor prelevate din secvenţa cretacică indică vîrsta albiană-cenomaniană.

Peste Cretacic urmează, transgresiv, Neogenul care începe cu Sarmaţianul. În baza Sarmaţianului se individualizează un orizont, predominant arenitic, avînd o grosime de 4—32 m. În parte lumaşelice şi calcaroase, gresiile respective se compun din fragmente cu bobul mediu şi grosier. Orizontul bazal arenitic include, de asemenea, intercalaţii de calcare organogene (algale) şi marne. Culoarea depozitelor constituente este predominant cenuşie, uneori chiar negricioasă. Orizontului arenitic îi urmează o secvenţă predominant pelitică, formată din argile, în parte calcaroase, cu intercalaţii de calcare, silturi şi gresii fine, care cumulează 91—133 m. Aceasta înseamnă că grosimea însumată a celor două orizonturi sarmaţiene variază între 95 şi 155 m (fig. 1). Potrivit ultimelor studii publicate [3] despre zona respectivă, depozitele sarmaţiene aparţin Volhynianului şi Bessarabianului, Kersonianul

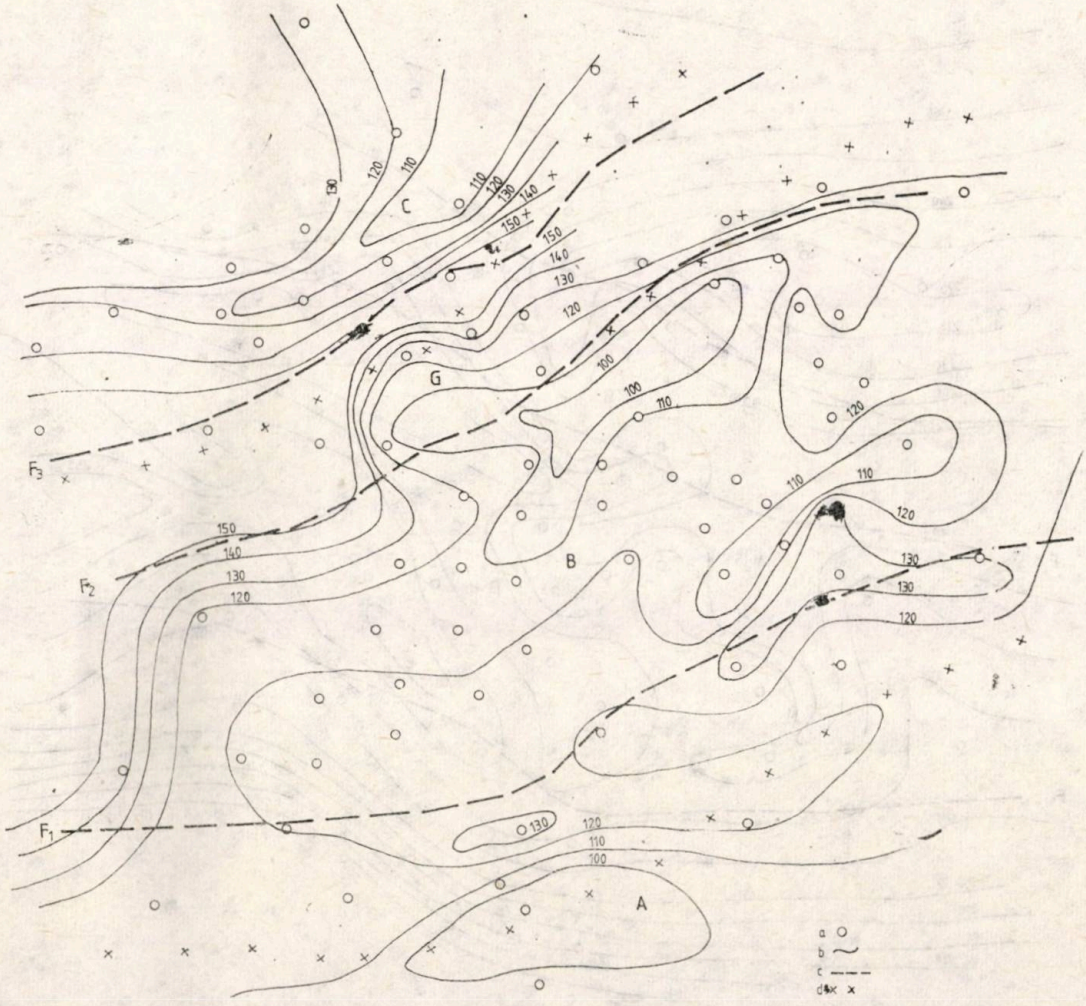


Fig. 1. Harta variaţiei grosimilor Sarmaţianului : *a* — sondă ; *b* — izopahită ; *c* — falie stabilită prin foraje ; *d* — falie determinată prin măsurători seismice (legenda este comună pentru fig. 1 ; 2 ; 3 şi 4)

neputînd fi dovedit pînă acum la est de rîul Olt.

Sarmaţianul este acoperit de Meoţian, caracterizat prin depozite predominant pelitice. Sînt prezente, de asemenea, corpuri şi intercalaţii grezoase, mai frecvente în bază, în segmentul median, precum şi la partea superioară a acestuia. Fracţiunile calcaroase au o pondere mult mai redusă decît în Sarmaţian. Grosimea Meoţianului, traversat de sonde, este de 157—271 m (fig. 2). Pînă în prezent n-au fost semnalate lacune de sedimentare pe intervalul stratigrafic în discuţie.

Ponţianul este exclusiv pelitic, format din argile compacte cenuşii, în grosime de 18—37 m (fig. 3).

Peste Ponţian urmează, în continuitate de sedimentare, Dacianul, Romanianul şi Cuaternarul care cumulează 440—543 m (fig. 4). Această secvenţă este formată dintr-o alternanţă de gresii şi nisipuri, mai rar microconglomerate şi argile, uneori cărbunoase. În Dacian şi, mai puţin, în baza Romanianului, apar intercalaţii de lignit.

Din punct de vedere tectonic, zona Căldăraru se prezintă sub forma unui monoclin, cu cădere spre NNV (fig. 5). Monoclinul respectiv este afectat de trei falii (*F*1, *F*2, *F*3), care-l separă în patru blocuri tectonice (*A*, *B*, *G*, *C*). Accidentele disjunctive au fost puse în evidenţă prin prospecţiunile seismice, fiind apoi, confirmate prin foraje (fig. 5). Interesant de semnalat este faptul că pasul faliilor descreşte urcînd în scara stratigrafică. De exemplu, în cazul faliei F1, pasul ei este de circa 115 m la baza Neogenului, în timp ce la limita dintre Dacian şi Ponţian denivelarea se reduce la numai 15—20 m (fig. 5). Remarca făcută mai înainte sugerează că accidentele rupturale nu sînt efectul unei singure faze de diastrofism, ci formarea sau reactivarea lor a constituit un proces de durată, început în Sarmaţian (pe marginea nordică, afundată, a platformei, posibil încă din Badenian) şi continuat, după toate probabilităţile ritmic, pînă către sfîrşitul Pliocenului.

Ar mai fi de semnalat faptul că accidentele disjunctive sînt exprimate, din punct de vedere

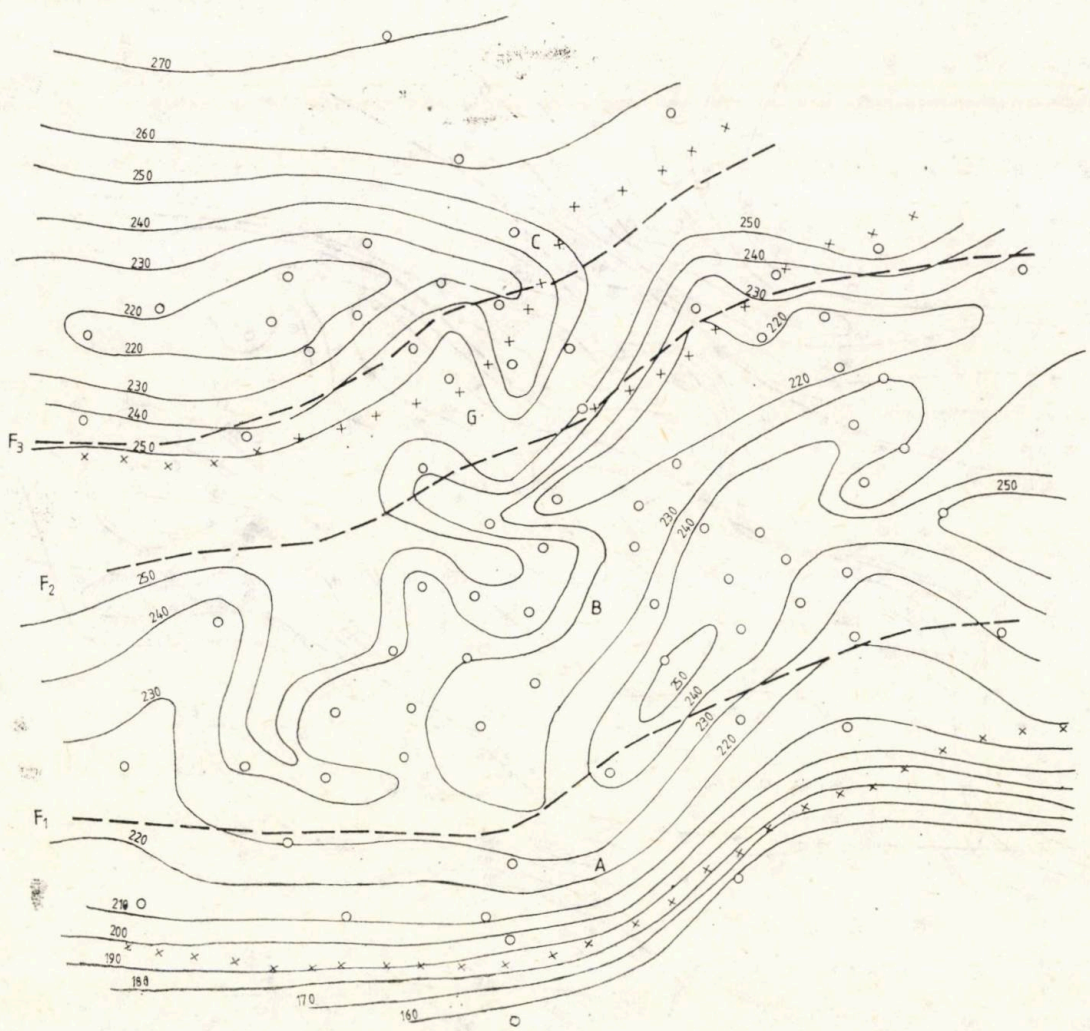


Fig. 2. Harta variaţiei grosimilor Meoţianului

al variaţiilor de grosime, printr-o frecvenţă foarte mare a izopahitelor (fig. 1, 2, 4), imagine care sugerează existenţa unor taluzuri în timpul sedimentării.

O altă constatare este aceea că grosimea depozitelor sarmato-pliocene diferă de la bloc la bloc tectonic, practic în limitele fiecărui etaj în parte. Aceasta constituie încă un argument în favoarea admiterii caracterului activ, sinsedimentar, al faliilor. Intensitatea diferenţiată şi -posibil-ritmică a mişcărilor tectonice a determinat rate de sedimentare diferite de la compartiment la compartiment. Acceptînd scara geocronologică a Neogenului şi a Cuaternarului din bazinul dacic propusă cu cîţiva ani în urmă [1] rezultă că rata de sedimentare a variat la Căldăraru, în timp şi spaţiu, după cum urmează (cifrele reprezintă mm/1000 ani).

Blocul tectonic	*A*	*B*	*G*	*D*
Sarmaţian	45	50	60	50
Meoţian	95	120	130	120
Ponţian	6	8	16	9
Dacian-Cuaternar	10	11	12	12

Examinînd valorile redate în tabelul de mai sus, reiese că intensitatea maximă a mişcărilor pe verticală, asociată cu cea mai mare rată de sedimentare, a avut loc în timpul Meoţianului. Cît priveşte Sarmaţianul, amplitudinea mişcărilor şi intensitatea procesului de acumulare au reprezentat mai puţin de jumătate din valorile înregistrate în Meoţian. Această constatare, ca şi lipsa probabilă a Kersonianului, apare surprinzătoare dacă se ţine seama că subîmpingerea, asociată cu afundarea şi fracturarea marginii de nord a Vorlandului a avut loc în Sarmaţianul mediu (către nord, începînd chiar din Badenian). Să însemne că ecoul tectogenezei moldave s-a resimţit în partea de sud a Platformei moesice abia în Meoţian? În schimb, Ponţianul reprezintă intervalul de timp cel mai calm din istoria neogenă a platformei, fapt sugerat atît de rata de acumulare redusă, cît şi de caracterul exclusiv pelitic al sedimentelor. Dar şi perioada de colmatare dacian-cuaternară a bazinului dacic s-a caracterizat printr-o intensitate tec-

Fig. 3. Harta variaţiei grosimilor Ponţianului

tonică redusă comparativ cu evoluţia meoţiană şi chiar sarmaţiană a aceleiaşi arii.

Admiţînd că sedimentarea a compensat diferitele intensităţi ale mişcărilor verticale şi ţinînd seama de variaţia grosimilor depozitelor sarmato-pliocene din cele patru blocuri tectonice, înseamnă că decalajul în timp al segmentelor de scoarţă, în lungul faliilor din zonă, a evoluat astfel:

Sarmaţian ..... 18—25 m;

Meoţian ..... 70 m;

Ponţian 7m;

Dacian-Cuaternar 15—20 m, total 110—122 m (fig. 6).

În spaţiu, amplitudinea mişcărilor şi rata de acumulare au înregistrat valori din ce în ce mai mari de la sud către nord. Pe acest fond de accelerare gradată spre nord, se surprinde existenţa unui graben activ, corespunzător blocului *G*. Grabenul respectiv a încetat să mai funcţioneze ca atare la sfîrşitul Ponţianului (fig. 4).

Dacă se face abstracţie de unele detalii şi neclarităţi privind rezultatele înregistrate la cîteva dintre sondele săpate, se poate spune că suprafeţele productive cu ţiţei aparţin blocurilor *A*, *B* şi *C*, care reprezintă unităţi hidrodinamice separate. După toate probabilităţile grabenul *G* pare să nu conţină acumulări exploatabile de hidrocarburi. Limitele apă-ţiţei ale blocurilor productive coboară spre nord cu cîte 20 m după fiecare falie ecran. Mai precis, contactul apă-hidrocarburi se află în blocul B cu 20 m mai jos decît în blocul *A*, iar în blocul *C* cu alţi 20 m faţă de blocul *B*. Dacă se admite că în momentul acumulării hidrocarburilor limita apă-ţiţei era comună tuturor compartimentelor, atunci înseamnă că punerea în loc a zăcămintelor sarmaţiene s-a produs la sfîrşitul Ponţianului — începutul Dacianului. Raţionamentul se bazează pe faptul că mărirea pasului faliilor cu ultimii 20 m (valoare egală cu diferenţa limitei apă-hidrocarburi între blocuri) s-a realizat în intervalul de timp sfîrşitul Ponţianului-Cuaternar. Evoluţia premer

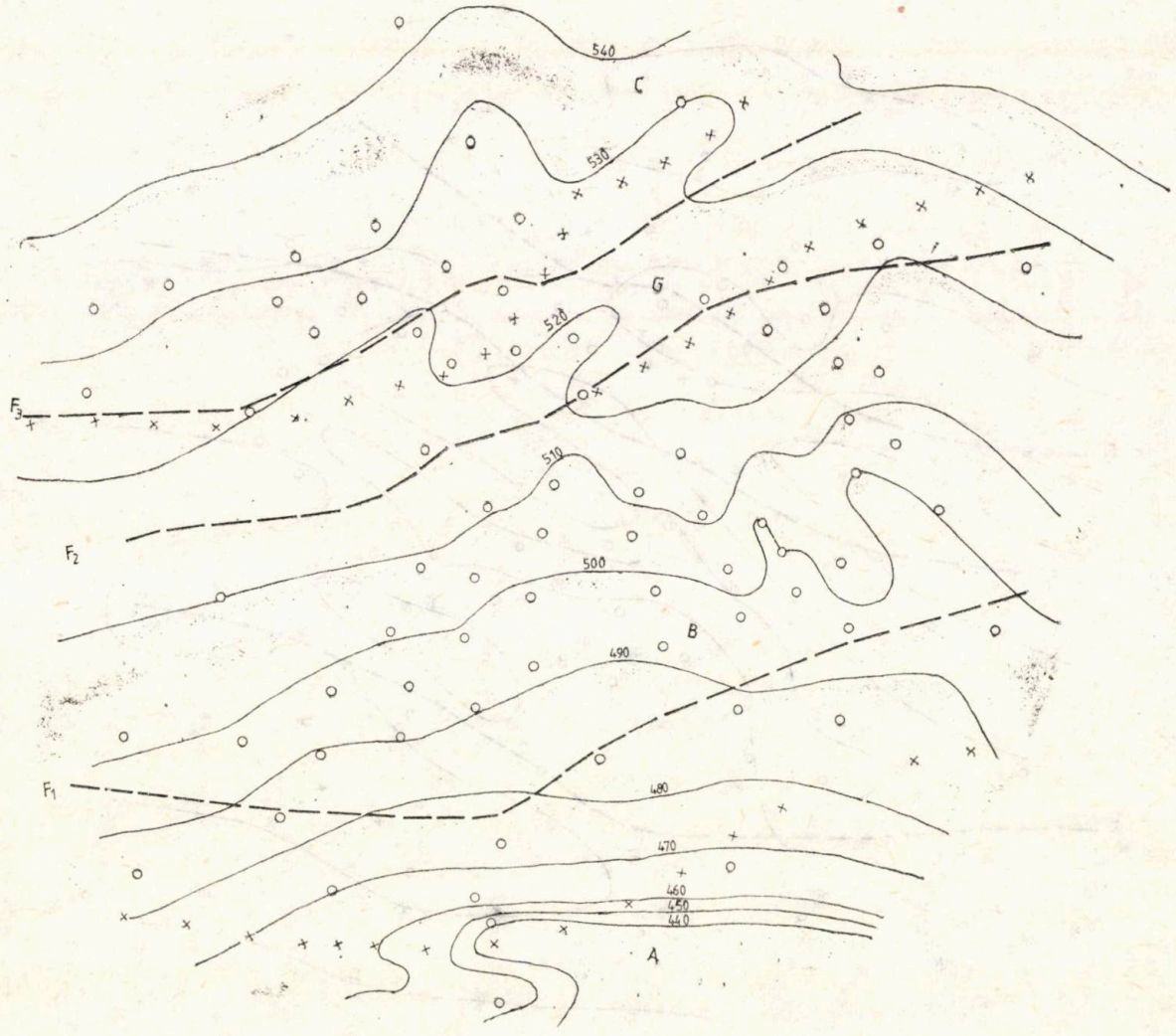


Fig. 4. Harta variaţiei grosimilor Dacianului, Romanianului şi Cuaternarului

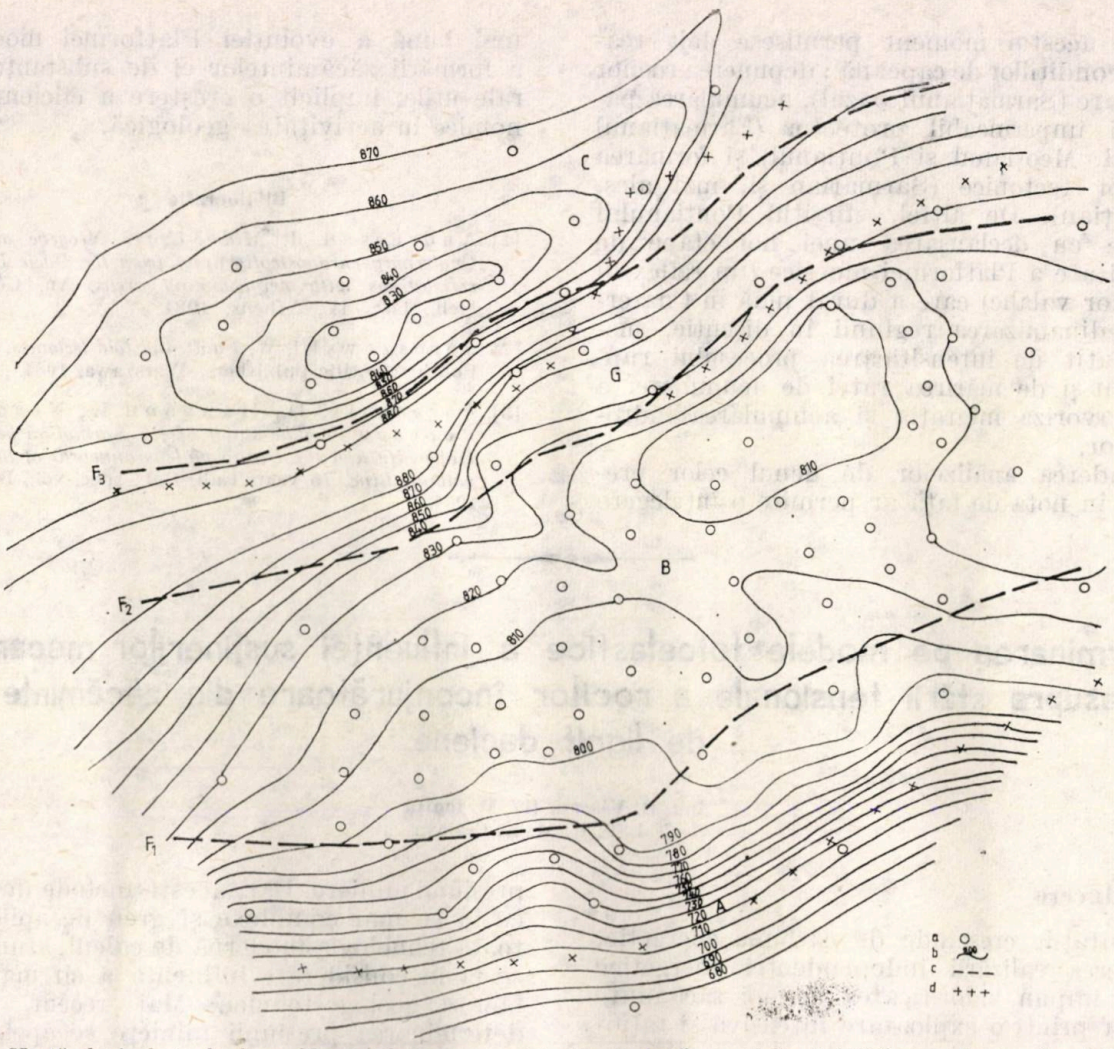


Fig. 5. Hartă de izobate la baza Neogenului: *a* — sondă; *b* — izobată; *c* — falie stabilită prin foraje; *d* — falie determinată prin măsurători seismice

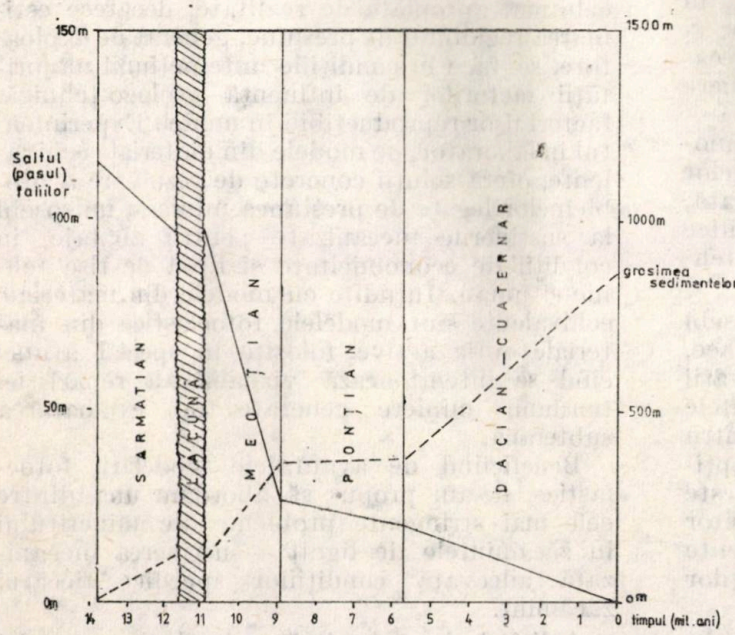


Fig 6.

Fig. 6. Diagramă indicînd dinamica intensității proceselor rupturale și de acumulare în zona Căldăraru, după Badenian

gătoare acestui moment permisese deja realizarea condițiilor de capcană : depunerea rocilor rezervoare (Sarmațianul bazal), acumularea pachetului impermeabil protector (Sarmațianul terminal, Meoțianul și Ponțianul) și formarea ecranelor tectonice (Sarmațian și, mai ales, în Meoțian). De altfel, sfîrșitul Ponțianului coincide cu declanșarea unei noi etape de instabilitate a Platformei moesice (un reflex al mișcărilor valahe) care a durat pînă în Cuaternar. Redinamizarea regiunii în discuție, susținută atît de intensificarea procesului ruptural, cît și de mărirea ratei de acumulare, a putut favoriza migrația și acumularea hidrocarburilor.

Extinderea analizelor de genul celor prezentate în nota de față ar permite o înțelegere mai bună a evoluției Platformei moesice și a formării zăcămintelor ei de substanțe minerale utile, implicit o creștere a eficienței economice în activitatea geologică.

Bibliografie

[1] Andreescu, I. *Middle-Upper Neogene and Early Quaternary chronostratigraphy from the Dacic Basin and correlations with neighbouring areas.* An. Géol. Pays Hell., fasc. IV, Athens, 1981.

[2] Jaroszewski, W. *Fault and fold tectonics.* P.W.N—Polish scientific publishers, Warszawa, 1984.

[3] Paraschiv, D., Hanganu E., Negoiță F., Popescu E. *The study of the Sarmatian between the Dîmbovița and the Buzău valleys outwards of the Precarpathian Line.* 75 years Lab. Pal., spec. vol., Bucharest, 1984.

Determinarea pe modele fotoelastice a influenței susținerilor mecanizate asupra stării tensionale a rocilor înconjurătoare din zăcăminte de lignit daciene

Ing. **D. Vescan**, fiz. **M. Ioniță**
I. C. I. T. P. M. L. Craiova

Introducere

Necesitățile crescînde de cărbune energetic, în vederea realizării independenței energetice a țării, impun valorificarea de noi zăcăminte de lignit printr-o exploatare intensivă și rațională.

Pe linia măririi productivității la exploatarea subterană a lignitului se întreprind, în prezent, numeroase acțiuni organizatorice și tehnice de perfecționare a complexelor mecanizate de extragere a cărbunelui și de susținere în abataje.

În cadrul acestor acțiuni, cercetarea tehnologică își aduce aportul în sensul elaborării celor mai eficiente mijloace de susținere mecanizată, adaptate la condițiile geologo-tehnice specifice fiecărui zăcămînt, pe baza celor mai noi tehnologii de investigare.

Determinarea presiunii miniere și, îndeosebi a modului de manifestare în abataje, se face, cel mai aproape de realitate, prin observații și măsurători directe în subteran, pe elementele de susținere. Experimentul subteran pentru determinarea presiunii miniere, în faza de opțiune pentru un anumit tip de susținere, este costisitor și riscant în caz de eșec; costisitor datorită achiziționării unor întregi echipamente de susținere și riscant datorită posibilităților de accidentare tehnică sau umană.

Din aceste motive, de cele mai multe ori se apelează la metodele analitice de estimare a presiunii miniere. Dar, aceste metode devin din ce în ce mai complexe și greu de aplicat, cu toată tehnologia modernă de calcul, atunci cînd se ia în considerare influența a cît mai mulți factori geologo-tehnici. Mai recent, pentru determinarea presiunii miniere se apelează la metoda modelării cu materiale echivalente. În cadrul acesteia, rezultatele obținute sînt cele mai apropiate de realitate, deoarece estimarea regimului de presiune, generat de exploatare, se face în condițiile interacțiunii majorității factorilor de influență geologo-tehnică, factori ușor reproductibili în model. Experimentul în laborator, pe modele din materiale echivalente, oferă soluții concrete de rezolvare a problemelor legate de presiunea minieră, îndeosebi la susținerile mecanizate pentru abataje, în condiții de economicitate și lipsă de risc tehnic și uman. Înrudite cu modele din materiale echivalente sînt modelele fotoelastice din materiale optic active, folosite în special atunci cînd se intenționează vizualizarea repartiției tensiunii miniere generate de exploatarea subterană.

Beneficiind de avantajele modelării fotoelastice, ne-am propus să abordăm una dintre cele mai stringente probleme ale mineritului în zăcămintele de lignit — susținerea mecanizată adecvată condițiilor specifice fiecărui zăcămînt.

Aplicînd în premieră tehnologia metodei fotoelastice, s-a efectuat un studiu comparativ

al susținerilor mecanizate cu scopul de a determina adaptabilitatea tipurilor susținător sau îngrăditor la condițiile specifice ale zăcămintelor de lignit cantonate în formațiunile daciene.

Greutățile inerente începutului, datorate alegerii materialelor optic active sau adaptării metodei la studiile pentru exploatarea lignitului, precum și imposibilitatea de a reproduce identic susținerea cu caracteristicile sale funcționale, din cauza scării mici de modelare, imprimă studiului efectuat un caracter preponderent calitativ.

În cele ce urmează, după o scurtă expunere a principiilor pe baza cărora se efectuează modelarea fotoelastică, se prezintă rezultatele obținute în urma studiului efectuat.

Investigarea presiunii miniere cu ajutorul modelelor fotoelastice

Presiunea minieră poate fi studiată prin vizualizare, pe baza fenomenului de birefringență accidentală pe care îl prezintă materialele optic active cînd sînt supuse la diverse solicitări mecanice, inclusiv greutatea proprie. Metoda experimentală a fost creată de Mesnager, la începutul secolului al XX-lea pe baza fenomenelor de polarizare descoperite și cercetate de Seebeck (1813), Brewster (1815) și Wertheim (1854).

Cu ajtorul acestei metode de laborator, devenită disciplină a elasticității experimentale, prin cercetarea unor modele plane confecționate din materiale optic active transparente, examinate în lumina polarizată, se poate studia și determina starea reală de tensiuni din interiorul masivelor de roci sau la contactul acestora cu susținerea din abataje, fără nici un fel de ipoteze simplificatoare de calcul din domeniul teoriei elasticității și rezistenței materialelor.

Principiile fotoelasticității

Principiile fotoelasticității sînt expuse și detaliate în numeroase lucrări de specialitate. De aceea, se vor prezenta numai legile de bază care stabilesc legătura între fenomenele de repartiție a tensiunilor și fenomenele optice.

Prima lege stabilește că, într-un punct, axele principale de birefringență accidentală coincid cu direcțiile principale ale stărilor de tensiune interioară σ_1 și σ_2 (fig. 1).

Cea de-a doua lege stabilește că birefringența este proporțională cu starea de tensiune.

Prima lege prezintă mai puțin interes în studiul presiunii miniere. În schimb, cea de-a doua oferă posibilitatea concretă de estimare cantitativă și calitativă a presiunii miniere, atît în masivul de roci, cît și la contactul acesteia cu susținerea lucrărilor miniere.

Expresia matematică a celei de-a doua legi este :

$$n_1 - n_2 = C_f(\sigma_1 - \sigma_2), \qquad (1)$$

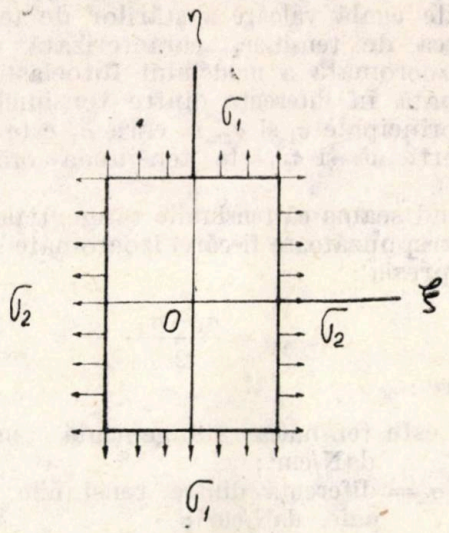


Fig. 1. Ilustrarea legii calitative a birefringenței accidentale: σ_1, σ_2 — tensiunile principale; η, ξ — direcțiile de birefringență.

în care :

C_f este constanta de fotoelasticitate, constanta Brewster, cm²/daN ;

$\sigma_1 - \sigma_2$ — tensiunea, daN/cm² ;

$n_1 - n_2$ — birefringența.

Caracteristic fenomenului de birefringență este apariția diferenței de drum optic, δ, dintre cele două vibrații luminoase ce străbat modelul în direcția axelor de birefringență η și ξ, ce coincid cu direcțiile tensiunilor σ_1 și σ_2 în punctul 0, (fig. 1) diferență care este :

$$\delta = e(n_1 - n_2) \qquad (2)$$

în care :

δ este diferența de drum optic, cm ;

e — grosimea modelului, cm.

Pentru a materializa efortul dintr-un punct al modelului trebuie ca diferența de drum optic să satisfacă condiția :

$$\delta = k \cdot \lambda, \qquad (3)$$

în care :

λ este lungimea de undă a vibrației sursei de lumină, cm ;

k — număr de ordine.

Introducînd relațiile (3) și (2) în (1), obținem :

$$\sigma_1 - \sigma_2 = k.\sigma_0, \qquad (4)$$

în care :

σ_0 este tensiunea etalon, daN/cm²

$$\sigma_0 = \frac{\lambda}{C_f \cdot e}. \qquad (5)$$

Benzile întunecate ce apar pe suprafaţa transparentă a modelelor fotoelastice şi cărora li se ataşează cîte un număr de ordine sînt izocromatele ce reprezintă materializarea punctelor de egală valoare a stărilor de tensiune.

Starea de tensiune, caracterizată de fiecare izocromată a modelului fotoelastic, este exprimată în diferenţa dintre tensiunile normale principale σ_1 şi σ_2, în care σ_1 este tensiunea verticală şi σ_2 este tensiunea orizontală (fig. 1).

Ţinînd seama că tensiunile tangenţiale maxime corespunzătoare fiecărei izocromate (fig. 2) au expresia :

$$\tau_{max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2}, \qquad (6)$$

în care :

τ_{max} este tensiunea tangenţială maximă, daN/cm²;

$\sigma_1 - \sigma_2$ = diferenţa dintre tensiunile principale, daN/cm²;

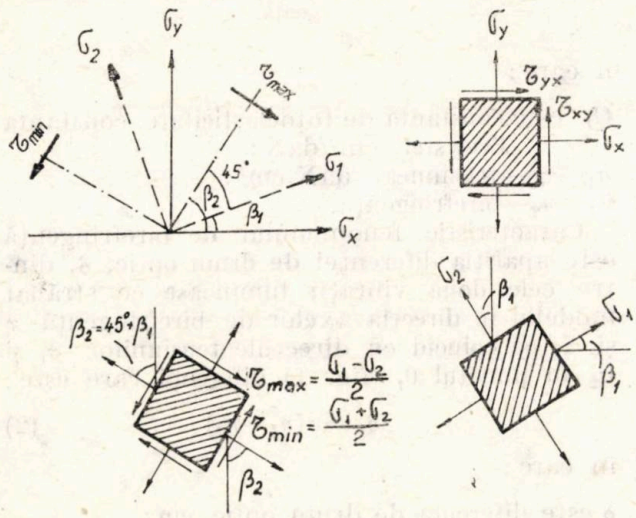


Fig. 2. Direcţii principale şi tensiuni principale : σ_1, σ_2 — tensiunile principale; σ_x, σ_y — tensiunile principale în sistemul rectangular xoy; τ_{min}, τ_{max} — tensiuni tangenţiale de forfecare minime şi maxime; β_1, β_2 — unghiurile de rotire ale tensiunilor principale faţă de sistemul rectangular xoy de referinţă; τ_{yx}, τ_{xy} — tensiunile tangenţiale în sistemul de referinţă xoy

rezultă că izocromatele reprezintă linii ce unesc punctele cu aceleaşi tensiuni tangenţiale maxime.

Cunoaşterea cîmpului de tensiuni tangenţiale maxime prezintă un interes deosebit, deoarece acestea sînt tensiunile ce declanşează şi dirijează procesul de deplasare al rocilor, respectiv presiunea minieră. Repartiţia tensiunilor pe conturul lucrărilor miniere evidenţiază punctele critice de manifestare a presiunii miniere şi, în funcţie de acestea, modalităţile tehnice de dirijare a presiunii.

Situaţia modelată

Pentru efectuarea studiului s-a ales, în scopul modelării, o structură stratigrafică (fig. 3), în care predomină rocile argiloase cu proprietăţi fizico-mecanice specifice zăcămintelor.

În acoperişul stratului ce se exploatează, structura stratigrafică se compune dintr-o succesiune de strate predominant argiloase, cu diverse grosimi, între care sînt intercalate două formaţiuni de tip cărbunos sau argilă cărbunoasă.

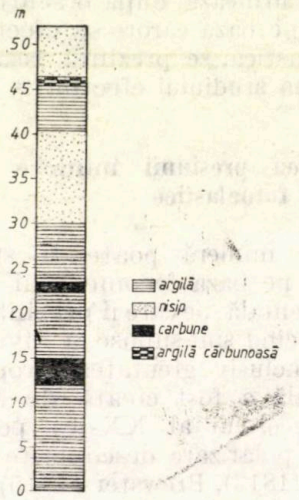


Fig. 3. Structura stratigrafică reprodusă în modelul fotoelastic

În culcuşul stratului exploatabil s-a produs o structură argiloasă compusă dintr-un singur strat.

Cărbunele exploatabil s-a reprodus în model sub forma unui singur strat, nedivizat de intercalaţii sterile, cu scopul de a pune în evidenţă mai bine, pe cale fotoelastică, starea sa tensională.

Proprietăţile fizico-mecanice medii ale principalelor tipuri de roci modelate sînt prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1

Proprietăţile fizico-mecanice ale rocilor reproduse în model

Tipul formaţiunii	Proprietăţile fizico-mecanice		
	greutatea volumetrică, γ_a, daN/dm³	modulul de elasticitate, E, daN/cm²	coeficientul Poisson, ν
Cărbune	1,25	19.10^3	0,35
Argilă cărbunoasă	1,92	6.10^3	0,38
Argilă	1,94	$4,9.10^3$	0,41
Nisip	1,74	150÷300	—

Abatajele din modele au fost echipate cu machete ale formelor unui echipament de susținere de tip îngrăditor și a unui echipament de tip susținător. Nu s-au reprodus în machete caracteristicile funcționale ale susținerii datorită scării mici de modelare, scară folosită de obicei pentru studiul stării tensionale la nivelul întregului masiv de roci.

Situațiile modelate reprezintă secțiuni verticale prin zăcămînt cu structura stratigrafică sus-amintită, secțiuni perpendiculare pe linia frontului în zona sa mediană, în variantele abataj nesusținut, abataj cu susținere de tip îngrăditor și abataj cu susținere tip susținător.

Realizarea modelelor

Forțele ce apar și se dezvoltă în masivul de roci ca urmare a dezechilibrului tensionar, generat de golurile create în urma extracției cărbunelui, sînt de natură gravitațională și se datoresc greutății formațiunilor de roci din acoperișul stratului în exploatare. Pentru evidențierea acestor forțe pe calea modelării fotoelastice s-au găsit materiale optic active care să fie sensibile din punct de vedere optic la propria lor greutate. Unul din aceste materiale îl constituie amestecurile apoase de gelatină și glicerină, ale căror proprietăți sînt corelate prin similitudine cu proprietățile fizico-mecanice ale rocilor ce se reproduc în modelele fotoelastice.

Pentru confecționarea modelelor fotoelastice, al căror obiectiv îl constituie prezentul studiu, s-au folosit amestecurile de tipul gelatină-glicerină-apă cu un procent mai ridicat de gelatină, amestecuri care se apropie cel mai mult de comportamentul elastic al argilelor majoritare din punct de vedere cantitativ în acoperișul stratului exploatabil de cărbune.

Dozajul ingredientelor a fost stabilit prin tatonări preliminare în așa fel încît proprietățile fizico-mecanice ale amestecurilor realizate să fie similare cu proprietățile principalelor tipuri de roci modelate. Similitudinea s-a obținut aplicînd următoarea relație:

$$\mu_m = \mu_N \qquad (7)$$

în care:

μ — coeficientul Poisson;

Indicii m și N se referă la model, respectiv la starea naturală.

Influența discontinuității structurale, reprezentate de microtectonica specifică zăcămîntului modelat asupra proprietăților mecanice ale rocilor, a fost materializată prin aplicarea unui coeficient de reducere structurală de $2 \cdot 10^{-1}$.

Obiectivul principal al acestui studiu fiind analiza stării tensionale la nivelul întregului masiv, s-a ales scara geometrică de 1 :200, cea mai adecvată acestui scop.

Amestecurile de gelatină și glicerină, preparate în stare caldă conform dozajelor stabilite, s-au turnat în matrițe. După răcire, s-a procedat la verificarea constantei fotoelastice și apoi la etalonarea stratelor. În final, s-au așezat stratele în standul modelului fotoelastic (fig. 4), conform succesiunii stratigrafice stabilite.

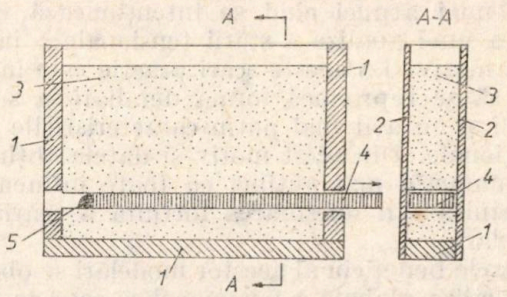


Fig. 4. Standul modelului fotoelastic.
1 — cadrul modelului fotoelastic; *2* — pereți transparenți din sticlă; *3* — amestecul de gelatină-glicerină-apă; *4* — amestecul ce simulează stratul de cărbune exploatabil; *5* — macheta susținerii.

Experimentările

Studiul comparativ al susținerilor mecanizate a fost făcut pe baza a trei experimente, pe același stand, în următoarele condiții:

— abataj nesusținut (de referință);

— abataj susținut cu un tip de echipament îngrăditor;

— abataj susținut cu un tip de echipament susținător.

Experimentul a constat în analiza vizuală și înregistrarea fotografică a tabloului izocromatelor apărute în lumină monocromatică de sodiu, precum și a izoclinelor, în aceeași lumină prin rotirea polarizorilor.

Prelucrarea înregistrărilor fotografice s-a făcut în două etape:

— identificarea izocromatelor prin determinarea ordinelor de bandă;

— stabilirea cîmpului de tensiuni tangențiale maxime.

Rezultate obținute

Formarea unui gol în subteran prin extragerea cărbunelui creează o stare tensională, atît în masivul de roci înconjurătoare, cît și în stratul de cărbune aflat în exploatare. Efectul redistribuirii tensiunilor, aflate inițial în stare de echilibru, se materializează printr-un proces complex de deplasare a rocilor spre spațiul exploatat. Deplasării rocilor în spațiul aba-

tajului i se opune o rezistență prin susținerea folosită, fapt ce determină solicitarea susținerii și crearea unui cîmp tensional local la contactul dintre susținere și rocile din jur.

Obiectul cercetării l-a constituit această stare tensională care a fost vizualizată în modelele fotoelastice, prin tabloul benzilor întunecate, reprezentate de izocromate, de-a lungul cărora tensiunile tangențiale de aceeași mărime au valori maximale.

Practica modelării recomandă să se utilizeze scări mici atunci cînd se intenționează efectuarea unei analize a stării tensionale a întregului masiv. La aceste scări practic este imposibil să se reproducă forma detaliată a susținerii și cu atît mai puțin caracteristicile sale funcționale. Din acest motiv și datele obținute sînt numeric mai puține, cu toate influențele ce rezultă din micșorarea fortuită a scării de modelare.

Marele beneficiu al acestor modelări se obține din analiza globală a fenomenelor, ceea ce permite stabilirea direcțiilor pe care trebuie orientate viitoarele cercetări.

Starea tensională indiferent de tipul de susținere folosit

Caracteristica generală a stării tensionale observabilă în figurile 5; 6 și 7, indiferent dacă abatajul este susținut cu cele două tipuri de susținere sau nu, este existența concentrărilor de tensiuni care apar și se dezvoltă în masivul de roci acoperitoare pe o înălțime de 6—9 m în acoperișul apropiat.

Starea tensională a acoperișului depărtat este mult mai echilibrată și este sesizată îndeosebi de stratele de cărbune neexploatabil sau argilă cărbunoasă, cu rezistențe mecanice mai crescute decît ale masivului de roci argiloase.

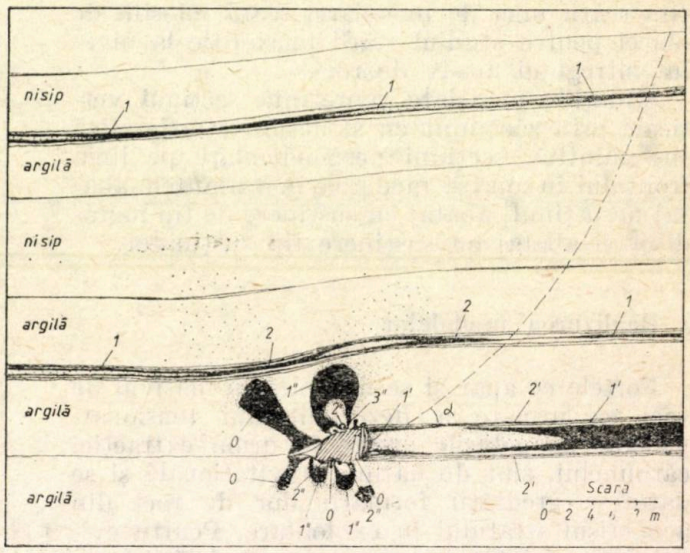


Fig. 6. Tabloul stării tensionale determinat din modelul fotoelastic în condițiile exploatării cu abataj susținut cu un tip îngrăditor de susținere.

α — unghiul curb de influență a exploatării; *1'* — tensiunea tangențială maximă de ordinul 1 din cărbune = 7,528 daN/cm²; *2'* — tensiunea tangențială maximă de ordinul 2 din cărbune = 15,057 daN/cm²; *1''* — tensiunea tangențială maximă de ordinul 1 din argilă = 3,045 daN/cm²; *2''* — tensiunea tangențială maximă de ordinul 2 din argilă = 6,090 daN/cm²; *3''* — tensiunea tangențială maximă de ordinul 3 din argilă = 9,135 daN/cm²

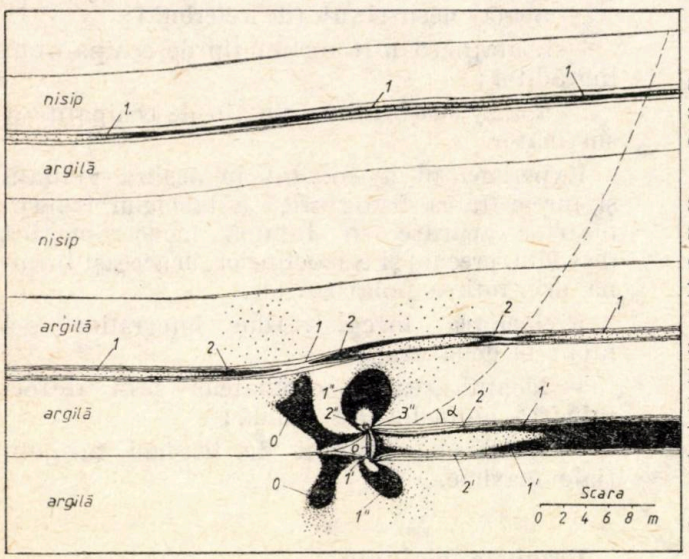


Fig. 5. Tabloul stării tensionale determinat din modelul fotoelastic în condițiile exploatării cu abataj nesusținut (de referință).

α — unghiul curb de influență a exploatării; *1'* — tensiunea tangențială maximă de ordinul 1 din cărbune = 7,528 daN/cm²; *2'* — tensiunea tangențială maximă de ordinul 2 din cărbune = 15,057 daN/cm²; *1''* — tensiunea tangențială maximă de ordinul 1 din argilă = 3,045 daN/cm²; *2''* — tensiunea tangențială maximă de ordinul 2 din argilă = 6,090 daN/cm²; *3''* — tensiunea tangențială maximă de ordinul 3 din argilă = 9,135 daN/cm²

Corelînd pe înălțime limitele tensionale ale acestor strate cărbunoase, cu linia frontului, se determină mărimea zonei de influență a exploatării din masivul de roci acoperitor, zonă flancată de unghiurile de influență (α) ale exploatării (fig. 5; 6; 7); se remarcă caracterul curb al acestor unghiuri. Din analiza stării tensionale la întindere, îndeosebi a stratului cărbunos cel mai apropiat de suprafață, se deduce cu ușurință locul favorabil de fisurare a suprafeței.

Concentrările de tensiuni se dezvoltă cu aceeași intensitate și în culcuș pe adîncimi de 3—6 m. Concentrările de tensiuni în argilele, atît din culcuș, cît și din acoperișul apropiat sînt, în majoritatea lor, de ordinul 1, adică $\tau_{max} = 3{,}045$ daN/cm², pe înălțimea de 6—9 m.

Această mărime se află la limita de rezistență la tracțiune a majorității argilelor, fapt ce explică dezvoltarea surpărilor pe aceste înălțimi. Cu atît mai mult argilele nu vor rezista la concentrările de ordinul 2, $\tau_{max} = 6{,}090$ daN/cm² sau de ordinul 3, $\tau_{max} = 9{,}135$ daN/cm².

Stratul de cărbune se află într-o permanentă stare de tensiune, datorită presiunilor de reazem, cu maximum de intensitate la 1—2,5 m de linia frontului, susținerea contribuind la micșorarea acestei distanțe. Influența presiunii de reazem asupra stratului se resimte pînă la 15—18 m de la linia frontului. Concentrările maxime de tensiuni în stratul de cărbune de ordinul 2, $\tau_{max} = 15{,}057$ daN/cm², sînt cu puțin inferioare rezistenței la compresiune a lignitului. Prezența, aproape fără excepție, a intercalațiilor argiloase în stratul de lignit contribuie la pierderea rapidă a capacității de rezistență a acestuia. Ca urmare, în fața frontului va exista în permanență un cărbune deranjat, aflat în stare de solicitare triaxială, fenomenul de autoderocare apărînd o dată cu crearea feței libere a frontului.

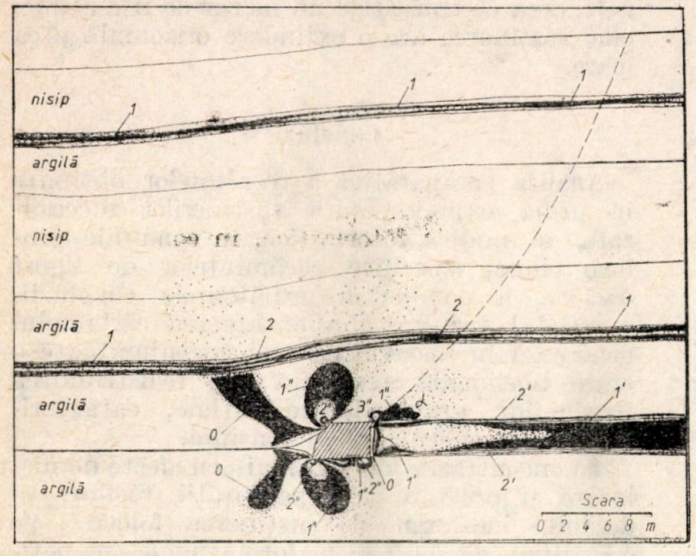


Fig. 7 Tabloul stării tensionale determinat din modelul fotoelastic în condițiile exploatării cu abataj susținut cu un tip susținător.
α — unghiul curb de influență a exploatării; *1'* — tensiunea tangențială maximă de ordinul 1 din cărbune = 7,528 daN/cm²; *2'* — tensiunea tangențială maximă de ordinul 2 din cărbune = 15,057 daN/cm²; *1''* — tensiunea tangențială maximă de ordinul 1 din argilă = 3,045 daN/cm²; *2''* — tensiunea tangențială maximă de ordinul 2 din argilă = 9,090 daN/cm²; *3''* — tensiunea tangențială maximă de ordinul 3 argilă = 9,135 daN/cm²

Starea tensională în condițiile utilizării tipului de susținere îngrăditor

Tabloul stării tensionale a masivului de roci, atunci cînd se utilizează tipul îngrăditor (fig. 6 și 9), prezintă unele particularități față de sistemul de referință — fără susținere — îndeosebi la contactul susținerii cu rocile înconjurătoare și mai puțin în acoperișul apropiat.

Se remarcă un dezechilibru între solicitarea cozorocului susținerii și talpă. Tendința naturală de echilibrare a tensiunilor favorizează „îngenuncherea" susținerii. Urmarea acestei îngenuncheri se materializează printr-o încărcare neuniformă a cozorocului și o concentrare a eforturilor pe scut în zona de schimbare a unghiului. Talpa este, de asemenea, solicitată neuniform, remarcîndu-se concentrări ale eforturilor pe extremitatea dinspre front, fapt ce favorizează pătrunderea în vatră, cu greutăți la înaintarea secției de susținere.

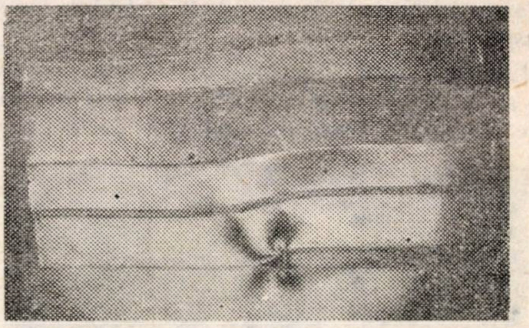


Fig. 8. Imaginea modelului fotoelastic în condițiile exploatării cu abataj nesusținut (de referință)

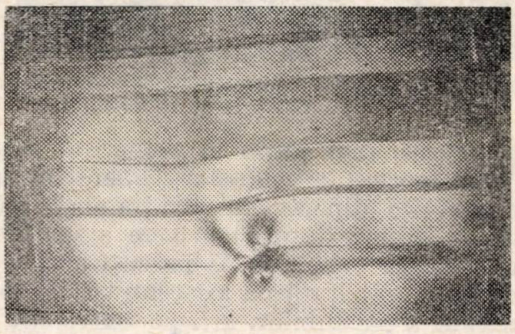


Fig. 9. Imaginea modelului fotoelastic în condițiile exploatării cu abataj susținut cu un tip îngrăditor de susținere

Echilibrarea eforturilor este rezolvată prin îmbunătățirea geometriei susținerii și a caracteristicilor de rezistență în cadrul unor studii multidisciplinare de detaliu, inclusiv modelări cu materiale echivalente.

În ceea ce privește starea tensională a stratului de cărbune se remarcă o mutare a presiunii maxime de reazem la 1—1,5 m de la linia frontului. Aceasta nu înseamnă o îmbunătățire a stării frontului, deoarece cărbunele poate să cedeze și la valori mai mici ale presiunii de reazem, presiuni care se propagă pe o distanță destul de mare în fața frontului.

Presiunile de reazem se resimt pînă la 15—17 m. Concentrările de tensiuni, generatoare de deblocări ale stratelor de argilă din tavanul și vatra abatajului, s-au mutat de la linia frontului pe partea îngrăditoare a susținerii. Acest fenomen este favorabil din punctul de vedere al siguranței muncii în abataj, riscul dislocării tavanului în spațiul de lucru fiind mult diminuat.

Efectul susținerii abatajului cu tipul îngrăditor se resimte în formațiunile de roci din aco-

perişul apropiat, în sensul micşorării nesemnificative a zonei concentrărilor de tensiuni, în comparaţie cu situaţia de referinţă — abataj nesusţinut.

Starea tensională în condiţiile utilizării tipului susţinător

Utilizînd tipul susţinător, starea tensională a masivului de roci (fig. 7 şi 10) prezintă unele deosebiri faţă de abatajul de referinţă

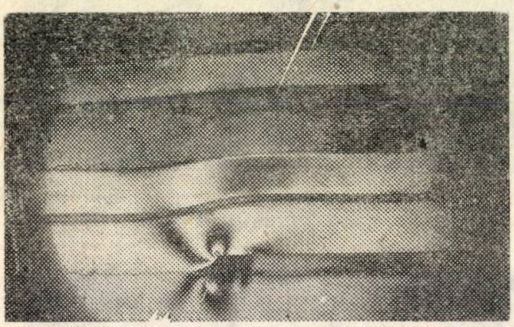


Fig. 10 Imaginea modelului fotoelastic în condiţiile exploatării cu abataj susţinut cu un tip susţinător

fără susţinere, mai puţin în acoperişul direct şi, în mod special, la contactul elementelor susţinerii cu rocile din tavanul şi vatra abatajului.

Astfel, tendinţa de îngenunchere a susţinerii este mai puţin evidentă. Talpa susţinerii este mai uniform solicitată cu concentrări de aceeaşi mărime a tensiunilor, atît pe extremitatea sa de front, cît şi pe cea de la surpare. La tavan, se remarcă mutarea concentrărilor de eforturi pe componentele susţinătoare ale rîndului de stîlpi dinspre surpare. Solicitarea sporită a stîlpilor dinspre surpare, în condiţiile unui tavan slab şi frămîntat, de către aceste presiuni, la o deschidere mare a spaţiului abatajului, constituie factori de risc ce nu trebuie ignoraţi. Situaţia riscantă poate fi întîlnită prin execuţia unui echipament de susţinere cu rezistenţă sporită dotat cu stîlpi, îndeosebi cei dinspre surpare, de mare capacitate portantă. Un astfel de echipament este scump şi foarte puţin probabil sigur din punctul de vedere al protecţiei muncii în abataj.

Starea tensională a stratului de cărbune în condiţiile utilizării tipului susţinător diferă de cea rezultată în urma aplicării tipului îngrăditor. Presiunea maximă de reazem se află la un metru de linia frontului, iar influenţa sa se resimte la 15—16 m.

Concentrările de eforturi ale stratelor de argilă din tavanul abatajului s-au mutat de la linia frontului pe elementele susţinătoare ale rîndului de stîlpi dinspre surpare.

Concentrările sînt cu puţin mai sporite şi le corespunde un grad mai ridicat de dislocare şi surpabilitate a rocilor. Concentrările în argila din vatra abatajului sînt mult mai mici faţă de cele din tavan, fiind egal distribuite sub talpa susţinerii.

Susţinerea abatajului cu tipul de echipament susţinător influenţează pe verticală prea puţin starea tensională a formaţiunilor din acoperişul apropiat. Se remarcă însă o extindere pe orizontală, spre linia frontului, a stării tensionale, ceea ce constituie un factor de risc atunci cînd susţinerea are o extindere orizontală prea mare.

Concluzii

Analiza comparativă a rezultatelor obţinute în urma experimentării susţinerilor mecanizate, pe modele fotoelastice, în condiţiile geologo-tehnice specifice zăcămintelor de lignit daciene, a condus la următoarele concluzii.

- Golul rezultat din extragerea cărbunelui generează în masivul de roci înconjurătoare o stare tensională rezultată din redistribuirea tensiunilor gravitaţionale iniţiale, caracterizată prin concentrări de tensiuni.
- Concentrările de tensiuni, cu efecte de dislocare şi creştere a surpabilităţii rocilor, se dezvoltă indiferent de susţinerea folosită, pe o înălţime de 6—9 m în formaţiunile acoperişului apropiat.
- Concentrările de tensiuni, cu efecte de dislocare şi umflare a vetrei abatajelor, se dezvoltă indiferent de susţinere şi în culcuş, cu aceeaşi intensitate ca în acoperiş, pînă la adîncimea de 6 m.
- Stratul de cărbune în explorare se află într-o stare de tensiune superioară celei litostatice, datorită presiunilor de reazem, cu un maxim de intensitate situat la 1—2,5 m de linia frontului, susţinerea abatajului contribuind la micşorarea acestei distanţe.
- Presiunea de reazem se resimte în stratul de cărbune aflat în exploatare pînă la 15—18 m de la linia frontului, susţinerea folosită neinfluenţînd semnificativ această distanţă.
- Acoperişul îndepărtat nu este afectat de concentrări de tensiuni, ceea ce favorizează încovoierea sa lină în cursul exploatării, indiferent de susţinerea folosită.
- Starea tensională a acoperişului îndepărtat este sesizată îndeosebi de formaţiunile cărbunoase neexploatabile ale acoperişului, minimele tensionale ale acestor formaţiuni concurînd unghiurile de influenţă ale exploatării.
- Susţinerea, indiferent de tip, contribuie la deplasarea concentrărilor de tensiuni de pe linia frontului pe componentele sale aflate la extremitatea dinspre surpare.
- Folosind susţinerea de tip îngrăditor, există tendinţa naturală de „îngenunchere" a acesteia, avînd ca efecte încărcarea neuniformă a cozorocului şi tălpii susţinerii, precum şi concentrării de eforturi pe scut în zona de schimbare a unghiului, cît şi pe extremitatea de la front a tălpii.

● Echilibrarea eforturilor la tipul îngrăditor este rezolvabilă prin îmbunătățirea geometriei și caracteristicilor de rezistență în cadrul unor studii detaliate multidisciplinare care să țină seama de particularitățile mecanismului de deplasare și surpare a rocilor acoperișului ca urmare a exploatării.

● Deplasarea concentrărilor de tensiuni, generatoare de disclocări și surpări ale rocilor din tavan, de la front spre partea îngrăditoare a susținerii, este favorabilă siguranței muncii în abataj.

● Utilizînd tipul susținător, atît talpa, cît și elementele susținătoare de la tavan sînt mai uniform încărcate, concentrările de tensiuni verticale, sînt cu puțin mai mari ca cele întîlnite la tipul îngrăditor, situîndu-se pe rîndul de stîlpi dinspre surpare; se remarcă însă o extindere pe orizontală, spre linia frontului, a stării tensionale, ceea ce constituie un factor de risc.

● Repartiția tensională la tipul susținător poate fi stăpînită prin execuția unui echipament de susținere cu rezistență sporită, dotat cu stîlpi de capacitate portantă mare.

● Solicitarea sporită a echipamentului de tip susținător, în condițiile unui tavan dislocat și favorabil surpării, la o deschidere mare a spațiului abatajului, constituie factori de risc în ceea ce privește siguranța muncii în abataj

★

Comparînd și evaluînd din punct de vedere al compatibilității susținerii cu procesele tensionale și de deplasare a rocilor generate de exploatarea cărbunelui, precum și al siguranței muncii, rezultă că tipul îngrăditor este cel mai indicat a fi folosit la susținerea abatajelor din zăcămintele de lignit daciene, cu condiția îmbunătățirilor dictate de particularitățile geologo-tehnice ale fiecărui zăcămînt.

Nu trebuie abandonată nici ideea utilizării tipului de complex susținător care, cu toate că este mai dificil de executat (pentru tehnologiile actuale neconstituind o problemă), prezintă avantajul unei posibile îmbunătățiri a stării frontului datorită micșorării distanței pînă la presiunea maximă de reazem.

Problema opțiunii pentru un complex sau altul nu este încheiată, fiind necesare cercetări suplimentare multidisciplinare care să ia în considerație totalitatea particularităților geologo-tehnice ale fiecărui zăcămînt de lignit.

Determinarea deformării lente în timp a lucrărilor miniere orizontale cu secțiune circulară

Prof. dr. doc. **N. Cristescu**, asist. **D. Massier**, mat. **M. Dobre-Pall**
Universitatea din București
Cercet. **M. Nicolae**, I.C.I.T.P.M.L. Craiova
Dr. **C. Cristescu**, C.A.S.S. București
Cercet. **S.Teodorescu** Institutul de Matematică

I. Formularea problemei și istoric

Studiul distribuției tensiunilor, deformațiilor și deplasărilor în jurul unui tunel orizontal este o problemă importantă pentru aplicații. Problema a fost abordată pornind de la ecuațiile unei plăci elastice cu un orificiu circular. Se pare că o primă soluție a fost obținută încă în anul 1898 de G. Kirsch (pentru istoricul problemei a se vedea Obert și Duvall [17]). Ulterior au fost considerate diverse forme de orificii sau cazul elasto-plastic, în general presupunîndu-se mereu că relația între σ_v și σ_h este de forma $\sigma_h = \frac{\nu}{1-\nu}\sigma_v$ (vezi [17], [9], [20], [19], [1], [21] etc.).

Experiențe efectuate în laborator în care s-a studiat închiderea lentă în timp a pereților unui tunel sînt datorate lui Kaiser [10], Kaiser și alții [12], Kaiser și Morgenstern [11], care au pus în evidență o închidere mult mai importantă decît cea descrisă de teoria liniară a elasticității, chiar pentru tensiuni relativ mici (în sensul că sînt depărtate de tensiunile ce ar produce ruperea). De altfel, închiderea pereților unui tunel a fost observată timp îndelungat și în diverse tuneluri, viteze de închidere cuprinse între $37 \cdot 10^{-3}$% pe oră și $0{,}25 \cdot 10^{-3}$ % pe oră fiind deja acceptabile pentru tuneluri de 11 m [12], [4]. Pentru descrierea convergenței pereților unui tunel au fost utilizate și modele de tip Maxwell neliniar [5], [2].

În roci moi și saturate (lut saturat) efectele de timp au fost modelate considerînd roca bifazică, modificarea volumului fiind produsă de mișcarea apei în pori și deci orice deformare a volumului va fi produsă în timp, forfecările rămînînd însă instantanee-liniar elastice [6]. Un model elasto-viscoplastic, în care domeniul elastic este limitat de un criteriu de tip Coulomb cu o coeziune ce poate descrește cu creșterea parametrului de ecruisare

$$\gamma = \gamma_0 \int_0^t (|\dot{\varepsilon}_1^P| + |\dot{\varepsilon}_2^P| + |\dot{\varepsilon}_3^P|)\, dt$$

și acceptînd o descompunere aditivă a vitezelor

de deformare combinată cu ideea unui potențial plastic de forma

$$g \equiv \beta\sigma_1 - \sigma_2,$$

cu β o constantă, a fost dezvoltat de un grup de cercetători francezi [15], [3], [16].

Un model plastic de tip Hencky a fost utilizat pentru calculul stării de tensiune în jurul tunelurilor de Krenk [13], presupunînd incompresibilitatea volumului.

În continuare problema va fi abordată formulînd-o mult mai exact și alegînd ecuații constitutive generale ce descriu mult mai fidel proprietățile fundamentale ale rocilor, cum ar fi dilatanța, compresibilitatea, fluajul etc. Vom considera corpul ca fiind infinit și în el este practicat un orificiu cilindric circular, deci vom face ipoteza deformării plane. Expunerea de mai jos urmează punctul de vedere din lucrarea [14].

Se va presupune că tunelul se află la o adîncime oarecare astfel încît tensiunea orizontală *in situ* σ_h și cea verticală σ_v nu sînt neapărat egale. Alegînd un sistem de coordonate cilindrice (fig. 1) cu axa Oz coincizînd cu axa de simetrie a tunelului, vom putea considera cu

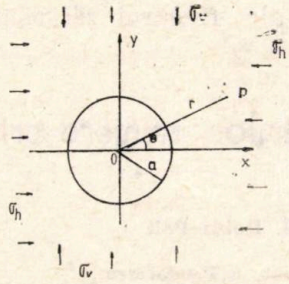


Fig. 1. Elementele geometriei unei deschideri miniere orizontale de secțiune circulară și tensiunile primare

ușurință și cazul cînd în interiorul tunelului este aplicată o anumită presiune p. În particular vom putea lua $p = 0$. Deci condițiile la limită sînt:

$$\left.\begin{matrix} r = 0 \\ \text{orice } z \end{matrix}\right\}: \quad \sigma_{rr} = p, \quad \sigma_{r\theta} = 0 \tag{1}$$

și la infinit:

$$\left.\begin{matrix} r \to \infty \\ \text{orice } z \end{matrix}\right\}: \quad \sigma_{xx}\Big|_{\infty} = \sigma_h, \quad \sigma_{yy}\Big|_{\infty} = \sigma_v. \tag{2}$$

Tensiunile primare σ_h și σ_v depind de adîncime și de condițiile locale și în continuare ele vor fi presupuse constante egale cu valori corespunzătoare adîncimii axei tunelului. Condițiile (2) se transcriu în coordonate polare:

$$\begin{aligned} \sigma_{xx}\Big|_{\infty} &= \frac{1}{2}(\sigma_h + \sigma_v) + \frac{1}{2}(\sigma_h - \sigma_v)\cos 2\theta, \\ \sigma_{\theta\theta}\Big|_{\infty} &= \frac{1}{2}(\sigma_h + \sigma_v) - \frac{1}{2}(\sigma_h - \sigma_v)\cos 2\theta, \\ \sigma_{r\theta}\Big|_{\infty} &= -\frac{1}{2}(\sigma_h - \sigma_v \sin 2\theta). \end{aligned} \tag{3}$$

Să trecem în revistă ecuațiile problemei. Ecuațiile de echilibru sînt:

$$\begin{aligned} &\frac{\partial\sigma_{rr}}{\partial r} + \frac{1}{r}\frac{\partial\sigma_{r\theta}}{\partial\theta} + \frac{\partial\sigma_{zz}}{\partial z} + \frac{\sigma_{rr} - \sigma_{\theta\theta}}{r} = 0, \\ &\frac{\partial\sigma_{r\theta}}{\partial r} + \frac{1}{r}\frac{\partial\sigma_{\theta\theta}}{\partial\theta} + \frac{\partial\sigma_{z\theta}}{\partial z} + 2\frac{\partial_{r\theta}}{r} = 0, \\ &\frac{\partial\sigma_{r\theta}}{\partial r} + \frac{1}{r}\frac{\partial\sigma_{\theta z}}{\partial_{\theta}} + \frac{\partial\sigma_{zz}}{\partial z} + \frac{\sigma_{rz}}{r} = 0. \end{aligned} \tag{4}$$

Componentele micilor deformații sînt:

$$\begin{aligned} &\varepsilon_{rr} = \frac{\partial u_r}{\partial r}, \quad \varepsilon_{r\theta} = \frac{1}{2}\left[\frac{1}{r}\frac{\partial u_r}{\partial\theta} + \frac{\partial u_\theta}{\partial r} - \frac{u_\theta}{r}\right], \\ &\varepsilon_{rz} = \frac{1}{2}\left(\frac{\partial u_r}{\partial z} + \frac{\partial u_z}{\partial r}\right), \quad \varepsilon_{\theta\theta} = \frac{1}{2}\frac{\partial u_\theta}{\partial\theta} + \frac{u_r}{r}, \\ &\varepsilon_{\theta z} = \frac{1}{2}\left(\frac{\partial u_\theta}{\partial z} + \frac{1}{2}\frac{\partial u_z}{\partial\theta}\right), \quad \varepsilon_{zz} = \frac{\partial u_y}{\partial z}, \end{aligned} \tag{5}$$

la care se mai adaugă condițiile de compatibilitate în coordonate cilindrice.

II. Modelul liniar elastic

Înainte de a considera deformarea lentă în timp a rocilor din jurul unui tunel, vom considera în primul rînd soluția elastică, ce va fi folosită drept o primă aproximație a soluției căutate.

Deci vom considera legea lui Hooke:

$$\varepsilon' = \frac{1}{2G}\sigma' \text{ și } \sigma = 3K\varepsilon \tag{6}$$

unde σ este tensiunea, ε deformația, σ este tensiunea medie, ε deformația medie, iar „prim" înseamnă deviator. G și K sînt constante elastice ce depind de adîncime.

Este natural să presupunem că nu va avea loc o deformare în direcția Oz (direcția axei tunelului) și prin urmare vom avea o stare de deformare relativă plană, adică:

$$\begin{aligned} &\frac{\partial}{\partial z} = 0, \quad u_z = 0, \quad \varepsilon_{zz} = 0, \\ &\sigma_{zz} = \nu(\sigma_{rr} + \sigma_{\theta\theta}), \quad \varepsilon_{rz} = \varepsilon_{\theta z} = 0 \end{aligned} \tag{7}$$

Imediat după săparea tunelului starea de tensiune este furnizată de:

$$\begin{aligned} \sigma_{rr} &= p\frac{a^2}{r^2} + \frac{\sigma_h + \sigma_v}{2}\left(1 - \frac{a^2}{r^2}\right) + \\ &+ \frac{\sigma_h - \sigma_v}{2}\left(1 - \frac{4a^2}{r^2} + \frac{3a^4}{r^4}\right)\cos 2\theta, \\ \sigma_{\theta\theta} &= -p\frac{a^2}{r^2} + \frac{\sigma_h + \sigma_v}{2}\left(1 + \frac{a^2}{r^2}\right) - \\ &- \frac{\sigma_h - \sigma_v}{2}\left(1 + \frac{3a^4}{r^4}\right)\cos 2\theta, \end{aligned} \tag{8}$$

$$\sigma_{r\theta} = \frac{\sigma_h - \sigma_v}{2}\left(-1 - \frac{2a^2}{r^2} + \frac{3a^4}{r^4}\right)\sin 2\theta,$$

$$\sigma_{zz} = \sigma_h - \nu(\sigma_h - \sigma_v)\frac{2a^2}{r^2}\cos 2\theta.$$

Ele satisfac condiţiile (1) şi (3). Formulele (8) ne furnizează starea de tensiune din roca din jurul tunelului, după săparea lui, cu presupunerea că roca este liniar elastică.

Prin săparea tunelului roca se va deforma. Deformaţiile în raport cu starea de dinaintea efectuării lucrării sînt:

$$\varepsilon_{rr} = \frac{1+\nu}{E}\left\{p\frac{a^2}{r^2} - \frac{\sigma_h + \sigma_v}{2}\frac{a^2}{r^2} - \right.$$

$$\left. - \frac{\sigma_h - \sigma_v}{2}\left[4(1-\nu)\frac{a^2}{r^2} - \frac{3a^4}{r^4}\right]\cos 2\theta\right\},$$

$$\varepsilon_{\theta\theta} = \frac{1+\nu}{E}\left\{-p\frac{a^2}{r^2} + \frac{\sigma_h + \sigma_v}{2}\frac{a^2}{r^2} + \right.$$

$$\left. + \frac{\sigma_h - \sigma_v}{2}\left(4\nu\frac{a^2}{r^2} - \frac{3a^4}{r^4}\right)\cos 2\theta\right\}, \qquad (9)$$

$$\varepsilon_{r\theta} = \frac{1+\nu}{E}\frac{\sigma_h - \sigma_v}{2}\left(-\frac{2a^2}{r^2} + \frac{3a^4}{r^4}\right)\sin 2\theta.$$

Se verifică cu uşurinţă că atunci cînd $r \to \infty$, din aceste formule rezultă că toate componentele deformaţiilor tind la zero. În relaţia (9) E este modulul de elasticitate, iar ν coeficientul lui Poisson.

Deplasarea particulelor rocii datorită tăierii tunelului se găsesc sub forma:

$$u_r = \frac{1+\nu}{E}\left\{-p\frac{a^2}{r} + \frac{\sigma_h + \sigma_v}{2}\frac{a^2}{r} + \right.$$

$$\left. + \frac{\sigma_h - \sigma_v}{2}\left[4(1-\nu)\frac{a^2}{r} - \frac{a^4}{r^3}\right]\cos 2\theta\right\}, \qquad (10)$$

$$u_\theta = -\frac{1+\nu}{E}\frac{\sigma_h - \sigma_v}{2}\left[2(1-2\nu)\frac{a^2}{r} + \right.$$

$$\left. + \frac{a^4}{r^3}\right]\sin 2\theta.$$

Din nou se verifică cu uşurinţă că la o anumită distanţă de la peretele tunelului aceste deplasări sînt neglijabil de mici.

Formulele (8)—(10) furnizează tensiunile, deformaţiile şi deplasările în roca din jurul unui tunel, în cazul în care proprietăţile mecanice ale rocii se pot aproxima cu o lege de tip Hooke. În orice caz ele pot fi utilizate drept primă informare privind starea de tensiune şi deformare în rocă, ordinul lor de mărime, domeniul în jurul tunelului unde roca se deformează datorită excavării etc. În cazul utilizării unei ecuaţii constitutive de tip elasto-vîscoplastic această soluţie este foarte utilă în sensul că furnizează răspunsul „instantaneu" al rocii. Din acest motiv ea va fi, de asemenea, reprezentată în graficele date la sfîrşitul lucrării.

III. Modelul elastoviscoplastic [7], [8].

Dacă roca se poate deforma lent în timp şi dacă ea are proprietăţi de dilatanţă sau de compresibilitate a volumului, atunci proprietăţile ei mecanice pot fi modelate cu o ecuaţie constitutivă elasto-vîscoplastică de forma:

$$\dot{\varepsilon} = \left(\frac{1}{3K} - \frac{1}{2G}\right)\dot{\sigma}\mathbf{1} + \frac{1}{2G}\dot{\boldsymbol{\sigma}} +$$

$$+ k(\sigma, \bar{\sigma})\left\langle 1 - \frac{W^I(t)}{H(\sigma, \bar{\sigma})}\right\rangle \frac{\partial H}{\partial \boldsymbol{\sigma}}. \qquad (11)$$

Aici G şi $K(\sigma)$ sînt parametri elastici; se va presupune că G este constant, iar K poate depinde de tensiunea medie:

$$\sigma = \frac{\sigma_{rr} + \sigma_{\theta\theta} + \sigma_{zz}}{3}. \qquad (12)$$

Frontiera de stabilizare a fluajului este scrisă sub forma:

$$H(\sigma, \bar{\sigma}) = W^I(t), \qquad (13)$$

unde:

$$\bar{\sigma}^2 = \sigma_{rr}^2 + \sigma_{\theta\theta}^2 + \sigma_{zz}^2 - \sigma_{rr}\sigma_{\theta\theta} -$$

$$- \sigma_{\theta\theta}\sigma_{zz} - \sigma_{zz}\sigma_{rr} + 3\sigma_{r\theta}^2 \qquad (14)$$

este tensiunea echivalentă (într-un anumit sens o măsură a forfecării în rocă), iar:

$$W^I(T) = \int_0^T \boldsymbol{\sigma}(t)\cdot\dot{\varepsilon}^I(t)\,dt \qquad (15)$$

este lucrul ireversibil al tensiunii. Funcţia H este şi un potenţial viscoplastic care va descrie şi proprietăţile de dilatanţă sau compresibilitate ale rocii, $k(\sigma, \bar{\sigma})$ este un coeficient de viscozitate a rocii, iar $\langle Z\rangle = \frac{1}{2}(Z + |Z|)$ este partea pozitivă a lui Z.

Pentru partea ireversibilă a vitezei de deformare a volumului se obţine:

$$\dot{\varepsilon}_v^I = k\left\langle 1 - \frac{W^I(t)}{H(\sigma, \bar{\sigma})}\right\rangle \frac{\partial H}{\partial \sigma}. \qquad (16)$$

Prin urmare, dacă

$$\frac{\partial H}{\partial \sigma} > 0 \qquad (17)$$

roca este ireversibil compresibilă. Dacă însă

$$\frac{\partial H}{\partial \sigma} < 0, \qquad (18)$$

are loc o dilatanţă ireversibilă a volumului. În sfîrşit, dacă

$$\frac{\partial H}{\partial \sigma} = 0 \qquad (19)$$

sîntem pe frontiera prag al dilatanţei sau pe frontiera compresibilitate/dilatanţă. În general, toate rocile sînt compresibile la valori relativ mici ale lui σ şi $\bar{\sigma}$ şi dilatante la valori mari ale lui $\bar{\sigma}$.

Pentru studiul fluajului rocii este utilă relaţia

$$1 - \frac{W^I(t)}{H(\sigma, \overline{\sigma})} =$$

$$= \left(1 - \frac{W^{IP}}{H(\sigma, \overline{\sigma})}\right) \exp\left[\frac{k}{H}\frac{\partial H}{\partial \sigma} \cdot \sigma(t - t_0)\right] \quad (20)$$

unde $W^{IP} = W^I(\sigma^P, \overline{\sigma}^P)$ cu indicele superior P fiind marcate valorile tensiunii în starea primară, adică valorile in situ înainte de excavare. Se obţine uşor :

$$\sigma^P = \frac{2\sigma_h + \sigma_v}{3}, \qquad \overline{\sigma}^P = |\sigma_h - \sigma_v|, \qquad (21)$$

unde σ_h este tensiunea orizontală iar σ_v cea verticală în roca neperturbată. Ţinînd seama de relaţia (20) în ecuaţia constitutivă (11) se obţine pentru deformaţii :

$$\varepsilon = \varepsilon^\circ + \frac{\left(1 - \frac{W^{IP}}{H}\right)\frac{\partial H}{\partial \sigma}}{\frac{1}{H}\frac{\partial H}{\partial \sigma} \cdot \sigma} \cdot$$

$$\cdot \left\{1 - \exp\left[\frac{k}{H}\frac{\partial H}{\partial \sigma} \cdot \sigma(t_0 - t)\right]\right\}, \quad (22)$$

unde ε° este deformaţia elastică furnizată de (9). Deci în modelul de mai sus se consideră deformarea produsă imediat după excavare cît şi deformarea lentă în timp care urmează, uneori într-un interval de mai mulţi ani.

O mare importanţă în descrierea fluajului joacă mărimea coeficientului de viscozitate k. Integrînd relaţia (20) pe diverse intervale de timp în timpul fluajului cînd $\sigma = \text{const.}$, obţinem :

$$k(\sigma, \overline{\sigma}) = -\ln\left|1 - \frac{W^I(t)}{H(\sigma, \overline{\sigma})}\right| \Bigg|_{t_i}^{t_f} \frac{H(\sigma, \overline{\sigma})}{\frac{\partial H}{\partial \sigma}}_{\sigma} \frac{1}{t_f - t_i}, \quad (23)$$

unde indicii i şi respectiv f marchează începutul respectiv finalul perioadei de fluaj considerată. k este dat în (secunde)$^{-1}$, dar coeficientul propriu-zis de viscozitate E/k va fi dat în Poise. Aici E este modulul de elasticitate.

Modelul prezentat mai sus descrie foarte bine proprietăţile de dilatanţă şi de compresibilitate ale rocii, fluajul în timpul dilatanţei şi compresibilităţii, influenţa vitezei de încărcare asupra răspunsului rocii etc. Un exemplu complet pentru granite a fost dat [7 ; 8].

IV. Aplicarea modelului matematic în cazul andezitelor de la Şuior

Pentru rezolvarea unor probleme legate de susţinerea lucrărilor miniere de la E.M. Şuior a fost necesară determinarea comportamentului andezitelor la solicitări de scurtă şi lungă durată.

Densitatea probelor supuse încercărilor a fost $\rho = 2{,}38 - 2{,}70$ g/cm^3, Rezistenţa la solicitări uniaxiale de compresiune a fost de la 460 la 660 kgf/cm^2.

Experienţele uniaxiale de fluaj de scurtă durată furnizează rezultatele din figura 2, iar încercările lente făcute la triaxial pe $p = \sigma_2 = 140$ kgf/cm^2 furnizează rezultatele din figura 3. Originea în cazul primei figuri a fost deplasată la $\sigma = 50$ kgf/cm^2, o tensiune iniţială mică. În primul caz ruperea a avut loc la 593 kgf/cm^2 ; în al doilea caz s-a produs între $\sigma_1 = 1342$ kgf/cm^2 şi 1499 kgf/cm^2.

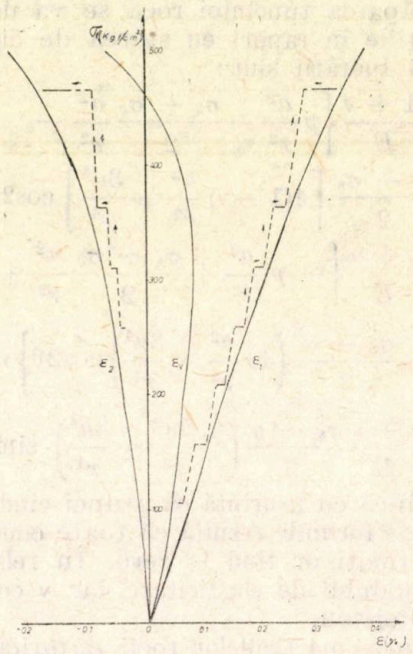


Fig. 2. Curbe tensiune-deformaţie obţinute în experienţe uniaxiale de fluaj

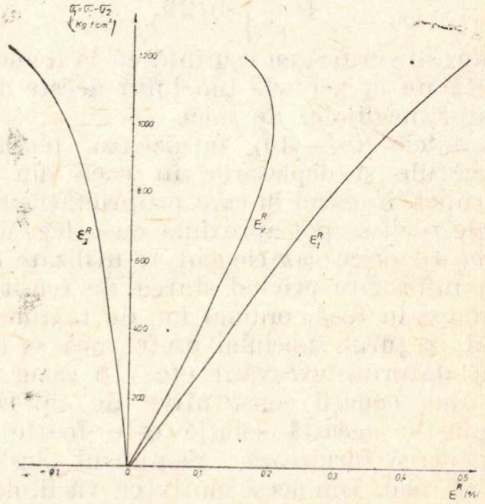


Fig. 3. Curbe tensiune-deformaţie obţinute la triaxial pentru $p = 140$ kgf/cm^2

Pe baza acestor date experimentale se poate calcula lucrul ireversibil W^I, cu $G = 125\,000$ kgf/cm², $E \triangleq 293\,478$ kgf/cm², $K = 150\,000$ kgf/cm² obținute din experiențele de descărcare în încercări uniaxiale. Deoarece aceste pante, așa cum rezultă din datele experimentale, nu furnizează valori foarte precise (împrăștierea mare a datelor experimentale) aceste pante au fost comparate și cu cele menționate pe figurile 2 și 3. Vom utiliza modelul elasticității hidrostatice [8], deoarece datele experimentale privind compresibilitatea hidrostatică a acestei roci au fost insuficiente. Deci lucrul ireversibil s-a calculat pe baza unei formule de tip (15). Ținînd seama de forma funcției $H(\sigma, \bar{\sigma})$ ce intervine la alte roci, se aproximează funcția $H(\sigma, \bar{\sigma})$ ce intervine în frontiera de stabilizare a andezitului prin :

$$H(\sigma_1^R, \sigma_2) = a(\sigma_1^R)^4 + b\sigma_1^R, \tag{24}$$

unde coeficienții a și b sînt și ei funcții de σ_2. Prin metoda celor mai mici pătrate se obține :

$$\sigma_2 = 0 \begin{cases} a = 7{,}29025 \cdot 10^{-12} \pm 3{,}105 \cdot 10^{-13} \text{kgf/cm}^2 \\ b = 5{,}0798 \cdot 10^{-4} \pm 2{,}56 \cdot 10^{-5} \text{ kgf/cm}^2, \end{cases} \tag{25}$$

$$\sigma_2 = 140 \text{ kgf/cm}^2 \begin{cases} a = 2{,}2736 \cdot 10^{-13} \pm 1{,}14 \cdot 10^{-14} \text{ kgf/cm}^2 \\ b = 2{,}09336 \cdot 10^{-4} \pm 1{,}28 \cdot 10^{-5} \text{ kgf/cm}^2. \end{cases}$$

Ținînd seama, de asemenea, de expresiile coeficienților a și b pentru alte tipuri de roci (acest lucru a fost necesar deoarece prezentele date experimentale nu sînt suficiente) s-au folosit următoarele expresii pentru acești coeficienți) :

$$a(\sigma_2) = \frac{a_0}{\sigma_2 + a_1}, \quad b(\sigma_2) = \frac{(\sigma_2 - b_0)^2}{b_1}. \tag{26}$$

Cu datele numerice din relația (25) obținem :

$$a_0 = 3{,}2855 \cdot 10^{-11} \text{ kgf/cm}^2, \quad a_1 = 4{,}50671,$$
$$b_0 = 391{,}0027 \text{ și } b_1 = 3{,}00963 \cdot 10^8 \text{ (kgf/c m}^2)^{-1}$$

Prin urmare, în invarianți funcția H este de forma :

$$H(\sigma, \bar{\sigma}) = \frac{a_0}{\left(\sigma - \frac{\bar{\sigma}}{3}\right)\frac{1}{\sigma_*} + a_1^2}\left(\frac{\bar{\sigma}}{\sigma_*}\right)^4 + \frac{\left[\frac{1}{\sigma_*}\left(\sigma - \frac{\bar{\sigma}}{3}\right) - b_0\right]^2}{b_1}\frac{\bar{\sigma}}{\sigma_*}, \tag{27}$$

cu $\sigma_* = 1$ kgf/cm² folosit pentru adimensionalizare. Frontiera dilatanță/compresibilitate ar fi deci furnizată de :

$$\frac{\partial H}{\partial \sigma} = \left\{ \frac{-a_0 \frac{1}{\sigma_*}}{\left[\left(\sigma - \frac{\bar{\sigma}}{3}\right)\frac{1}{\sigma_*} + a_1\right]^2}\left(\frac{\bar{\sigma}}{\sigma_*}\right)^3 + \frac{2\left[\left(\sigma - \frac{\bar{\sigma}}{3}\right)\frac{1}{\sigma_*} - b_0\right]}{b_1 \sigma_*}\right\}\frac{\bar{\sigma}}{\sigma_*}. \tag{28}$$

Pentru o completă determinare a ecuației constitutive vom determina constanta de viscozitate k folosind formula (23) și datele privind fluajul reprezentate prin palierele orizontale din figura 2. Integrînd pe ultimele paliere reprezentate se obțin valori foarte apropiate pentru k. O valoare medie este $k = 5{,}69 \cdot 10^{-4} \text{s}^{-1}$. Deoarece $E = 293.478$ kgf/cm², obținem pentru coeficientul de viscozitate $E/k = 5{,}05 \cdot 10^{12}$ Poise, adică o valoare tipică pentru roci moi.

V. Tensiuni și deformații în masivul de andezit în care este săpată o lucrare minieră orizontală

Studierea deformării lente în timp a masivului de roci s-a făcut pentru starea de tensiune și deformare a masivului în momentul imediat excavării.

Pentru a se putea considera cu ușurință diverse cazuri posibile (diverse adîncimi, tensiuni primare, consfante ale materialului etc.) a fost scris un program pentru calculator pentru a se obține diversele cazuri dorite.

Starea primară de tensiune, deci tensiunea in situ înainte de excavare, a fost calculată prin formulele (21), ținînd seama că:

$$\sigma_v = \gamma h \text{ și } \sigma_h = \frac{\nu}{1 - \nu}\sigma_v, \tag{29}$$

cu ν coeficientul lui Poisson și adîncimea h dată în metri, iar tensiunile în kgf/cm². Orice altă distribuție a tensiunilor primare se poate considera cu ușurință. Introducînd relația (29) în (21) se obțin valorile celor doi invarianți pentru starea primară. Introducînd această stare de tensiune în formulele (8) se obține starea de tensiune în roca din jurul tunelului. Ea este dată în figura 4, în formă schematică, tensiunile fiind adimensionalizate prin tensiunea primară verticală σ_v și deci starea de tensiune dată în această figură corespunde oricărei adîncimi h. Pentru $\theta = 0°$, deci într-o direcție orizontală, $\sigma_{r\theta} = 0$, iar σ_{rr} (tensiunea radială) este nulă pe peretele $r = a$, apoi crește

și cam la trei raze de la perete (pentru $r = 4a$) el rămîne constant și egal cu valoarea sa primară. În ceea ce privește pe $\sigma_{\theta\theta}$, tensiu-

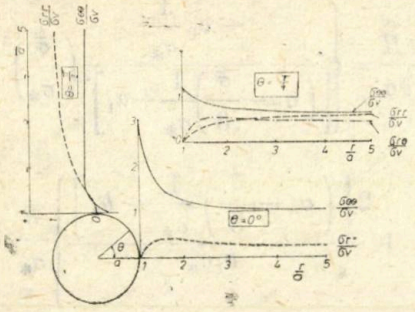


Fig. 4. Distribuția de tensiuni în direcțiile $\theta = 0°$, $\theta = 45°$ și $\theta = 90°$ după excavarea unei deschideri miniere orizontale de secțiune circulară

nea circumferențială, ea are cea mai mare valoare pe circumferință (o concentrare a tensiunii) și apoi scade destul de repede către valoarea primară σ_v. Ambele componente σ_{rr} și $\sigma_{\theta\theta}$ sînt pozitive, deci are loc o compresiune. Pentru $\theta = \pi/2$ situația este oarecum asemănătoare în privința lui σ_{rr}, dar nu în privința lui $\sigma_{\theta\theta}$, care pe conturul $r = a$ și în imediata lui vecinătate este negativ (tracțiune) și apoi devine repede pozitiv și practic constant. $\sigma_{r\theta}$ este din nou nul. Pentru $\theta = \pi/4$ toate componentele tensiunii sînt nenule și din nou avem compresiune. Componenta $\sigma_{r\theta}$ este practic constantă și atinge valoarea maximală cînd θ variază în intervalul $(0, \pi/2)$.

Pentru a avea o idee mai clară privitoare la distribuția tensiunilor la diverse adîncimi și în diverse direcții a fost reprezentată și variația diverselor componente cu distanța pentru diverse adîncimi. Astfel în figura 5 este dată

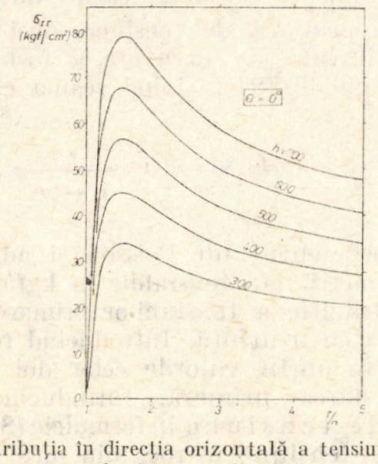


Fig. 5. Distribuția în direcția orizontală a tensiunilor axiale la diverse adîncimi

variația lui σ_{rr} cu distanța, pe direcția orizontală, la diverse adîncimi. Din nou pe peretele $r = a$ tensiunea σ_{rr} este nulă, ea atinge un maxim între $r = a$ și $r = 2a$ și apoi descrește către valoarea primară $\sigma_{rr} = \sigma_h$ atinsă practic la $r = 5a$. Desigur că cu creșterea adîncimii valoarea acestei componente crește.

În mod similar variația componentei $\sigma_{\theta\theta}$ este dată în figura 6 pentru $\theta = \pi/2$. În imediata vecinătate a orificiului $r = a$ componenta $\sigma_{\theta\theta}$ este negativă (tracțiune). Valoarea minimă a acestei componente crește foarte mult în

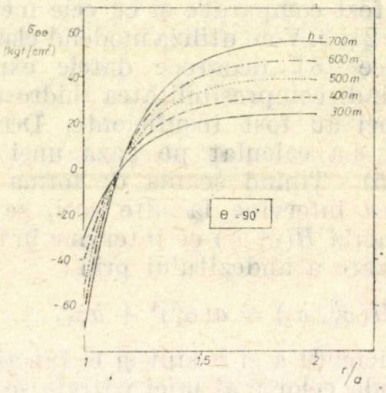


Fig. 6. Distribuția tensiunilor circumferențiale la diverse adîncimi pentru $\theta = 90°$

valoare absolută cu adîncimea. Maximul lui $\sigma_{\theta\theta}$ se obține pentru $r < 2a$, dar el este relativ mic chiar la adîncimi mari.

Variația componentei $\sigma_{r\theta}$ a fost dată numai pentru $\theta = \pi/4$ acolo unde ea are o valoare maximală (în raport cu θ). Și această componentă este nulă pe conturul $r = a$, atinge un maxim pentru $r = 1{,}75a$ și apoi scade către valoarea constantă pe care o are în starea primară la diverse adîncimi (dată de ultima formulă (3). Și această componentă crește cu creșterea adîncimii, după cum se vede din figura 7.

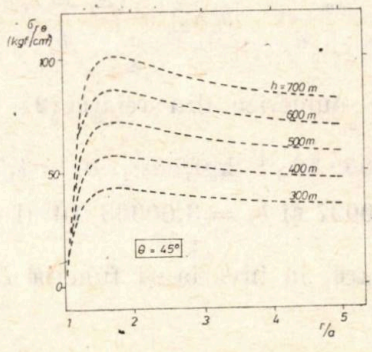


Fig. 7. Distribuția tensiunilor de forfecare la diverse adîncimi în direcția $\theta = 45°$

Distribuția deformațiilor la $h = 400$ m, la diverse momente de timp este dată în figura 8 pentru $\theta = 0°$. Deoarece valoarea coeficientului de viscozitate k nu este stabilită cu certitudine, au fost considerate două valori pentru acest coeficient. Coeficientul determinat experimental este $k = 5{,}7 \cdot 10^{-4} s^{-1}$, dar el este deter-

minat în experienţe neconfirmate. Se ştie însă [8], [18] că valorile coeficienţilor de viscozitate pentru fluajul in situ sînt mai mici. Din acest motiv, a fost considerată şi valoarea $k = 5{,}7 \cdot 10^{-6}\,s^{-1}$. În figura 8 sînt date curbele de variaţie

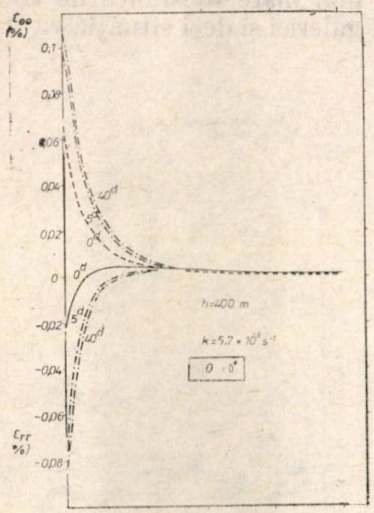


Fig. 8. Distribuţia deformaţiilor la diverse momente de timp pentru $\theta = 0°$

a componentelor ε_{rr} şi ε_{00} cu distanţa de la perete, la diverse intervale de timp, pentru $\theta = 0°$ şi adîncimea 400 m. Curbele indicate la $t = 0^a$ corespund deformaţiei imediate, produsă la excavare şi obţinută conform formulelor (9). Sînt date deformaţiile după 5 zile şi 40 de zile după excavare. Se constată că fluajul cel mai important are loc în primele zile de la excavare. Totuşi o deformare semnificativă nu se produce decît pentru $a \leqslant r \leqslant 2a$. Deci deformaţiile cele mai importante au loc în imediata vecinătate a excavării. Componenta ε_{rr} este negativă în vecinătatea deschiderii, devine pozitivă la o anumită distanţă şi apoi tinde la zero. Componenta ε_{00} este însă mereu pozitivă, dar şi ea tinde rapid la zero. La adîncimi mai mari situaţia este similară, dar valorile absolute ale maximelor sînt ceva mai mari. Observăm că ordinul de mărime al deformaţiilor este ceva mai mare pentru această rocă mai puţin dură, decît la roci dure de tipul granitului [8]. Dacă coeficientul de viscozitate ales este mai mare $k = 5{,}7 \cdot 10^{-4} s^{-1}$ atunci stabilizarea deformării prin fluaj se produce mult mai repede, în decurs de cîteva ore, dar mărimea deformaţiilor este practic aceeaşi. Prin urmare, din observarea fluajului rocilor în jurul unui tunel s-ar putea determina mult mai exact coeficientul de viscozitate.

Pentru direcţia $\theta = \pi/4$ variaţiile componentelor deformaţiilor au acelaşi aspect cu cel dat mai sus cu deosebirea că ordinele de mărime sînt mai mici.

Distribuţia deformaţiilor ε_{rr} şi ε_{00} pentru $\theta = \pi/2$ este dată în figura 9 pentru diverse adîncimi. Pentru această valoare a lui θ nu se obţin variaţii în timp ale acestor componente. Cu alte cuvinte, variaţiile reprezentate corespund deformării care are loc imediat după excavare. Se remarcă şi aici că valoarea minimă

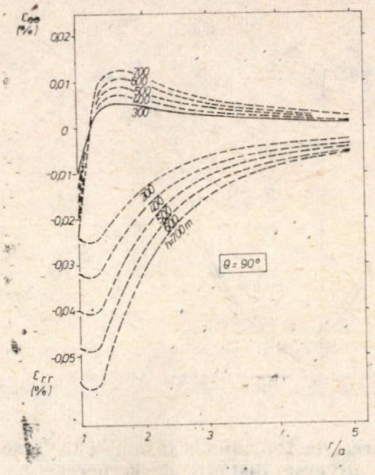


Fig. 9. Deformaţiile elastice pentru $\theta = 90°$, la diverse adîncimi

a lui ε_{00} este negativă şi creşte foarte mult în valoare absolută cu adîncimea; deci în imediata vecinătate a deschiderii are loc o întindere în direcţia tangenţială la circumferinţă.

Concluzii

Dacă proprietăţile mecanice ale unei roci sînt stabilite în laborator şi cu ajutorul lor se formulează un model matematic pentru roca respectivă, starea de tensiune şi deformare care se produce în timp în jurul unui tunel poate fi descrisă cu precizie, calculele fiind efectuate cu uşurinţă cu un calculator. De remarcat că la tavanul tunelului tensiunile circumferenţiale $\sigma_{\vartheta\vartheta}$ sînt de tracţiune, la adîncimi mai mari, într-o zonă din imediata vecinătate a tavanului (într-o zonă a cărei grosime creşte cu adîncimea) această componentă poate depăşi limita de rezistenţă la tracţiune şi deci să se producă ruperi. Grosimea acestei zone poate fi estimată cu precizie folosind figura 6.

Pentru a înţelege mecanismul variaţiei stării de tensiune atunci cînd este excavat tunelul, în figura 10 în care coordonatele sînt tensiunea medie σ şi tensiunea echivalentă $\bar{\sigma}$ (care este o măsură a forfecării) este reprezentată prin cercul plin notat P, starea de tensiune în masiv la $h = 300$ m adîncime înainte de excavare. După excavare la tavanul tunelului ($r = a$ şi $\theta = 90°$) starea de tensiune este marcată prin punctul A. Deci şi tensiunea medie este negativă, iar componenta $\sigma_{\vartheta\theta}$ a tensiunii este de tracţiune. Dacă tot pentru $\theta = 90°$ considerăm un punct din masivul de rocă la $r = 1{,}25a$ starea de tensiune este marcată prin punctul B. În continuare C marchează sta-

rea de tensiune la $r = 1{,}5\ a$, punctul D pentru $r = 1{,}75a$, punctul E pentru $r = 2a$, punctul F pentru $r = 2{,}5a$, punctul G pentru $r = 3a$, punctul H pentru $r = 4a$ și punctul J pentru $r = 5a$ etc. La o distanță destul de mare, sta-

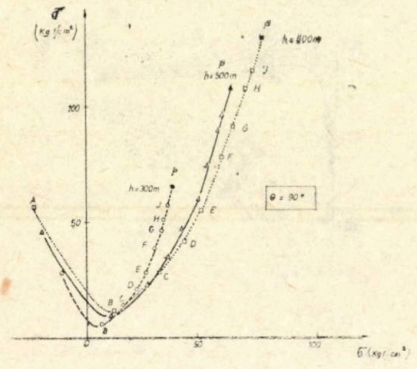


Fig. 10. Starea de tensiune la tavan, la diverse adîncimi, și diverse distanțe de la perete

rea de tensiune este desigur apropiată de starea inițială marcată prin P. În mod similar, și utilizînd aceleași notații s-a reprezentat starea de tensiune la adîncimea $h = 500$ m (triunghiuri) și la adîncimea $h = 600$ m (pătrate). Cu cît adîncimea crește cu atît punctul A corespunzător suprafeței $r = a$ a tunelului se depărtează și mai mult de domeniul tensiunilor de compresiune. Mai observăm că prin excavarea tunelului starea de tensiune la tavan ($r = a$, $\theta = 90°$) este o descărcare în sensul că atît σ cît și $\overline{\sigma}$ descresc. În alte puncte ale circumferinței, de exemplu la $r = a$ și $\theta = 0°$ prin excavare are loc o încărcare, $\overline{\sigma}$ crescînd uneori foarte mult (în general σ variază puțin).

Mecanismul variației stării de tensiune descris mai sus și mai ales producerea prin excavare a unor tensiuni negative la tavanul galeriei este produs în mod esențial de mărirea tensiunii primare orizontale σ_h comparată cu cea verticală σ_v. Cu alte cuvinte, cu cît σ_h, este mai mic decît σ_v într-o distribuție locală a acestei stări de tensiune (adică ținînd seama de unele deschideri vecine, de distanța pe orizontală pînă la suprafața muntelui etc.) cu atît va fi mai mare tensiunea de tracțiune $\sigma_{\theta\theta}$ la tavanul galeriei și deci situația va fi mai periculoasă.

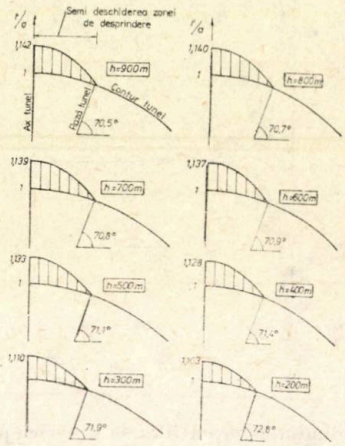


Fig. 11. Cantitatea de rocă ce se poate desprinde din tavanul tunelului, la diverse adîncimi

Ținînd seama de valoarea limită a rezistenței la tracțiune și de formulele ce dau distribuția de tensiuni în masiv, se poate calcula grosimea de rocă din tavanul lucrării miniere în care limita de rezistență la tracțiune este depășită și apare ruperea.

Datele rezultate din utilizarea acestui model pentru adîncimi variind de la 200 la 900 m sînt prezentate în figura 11. Zona în care ruperea este posibilă merge de la $0{,}142\ a$ la $h = 900$ m., la $0{,}103a$ la $h = 200$ m, ceea ce înseamnă că la o rază $a = 5$ m grosimea de rocă ce se poate desprinde este de circa 70 cm, la adîncimi mari, și de ceva peste 50 cm, la adîncimi de 200—300 m. De remarcat că lățimea desprin-

Tabelul 1

Valori calculate pentru deformațiile periculoase și dimensiunile zonelor de rupere a rocilor

Diametrul lucrării, m	Tipul de solicitări			Deformații periculoase		Orizontul	Dimensiuni		
	tavan	pereți	vatră	localizare	felul deformației		lățime, m	Grosime maximă m	Volum, $m^3/m.l$
5,2	tracțiune	compresiune	tracțiune	tavan	copturi	II	1,7	0,31	0,480
						III	1,8	0,33	0,620
						IV	2,1	0,34	0 680
6,2	tracțiune	compresiune	tracțiune	tavan	copturi	II	1,8	0,37	0,500
						III	1,9	0,39	0,650
						IV	2,2	0,41	0,746
7,2	tracțiune	compresiune	tracțiune	tavan	copturi	II	1,8	0,40	0,580
						III	2,0	0,45	0,720
						IV	2,2	0,47	0,780

derii este de circa 20° de o parte și de alta a verticalei și că variază relativ puțin cu adîncimea.

Rezultatele concrete obținute pentru tunelul de acces în subteran de la E.M. Șuior sînt prezentate în tabelul 1.

Vom încheia reamintind că în jurul tunelului, pe porțiunile laterale, roca se deformează elastoviscoplastic, adică pe lîngă deformarea produsă la săparea tunelului, roca continuă să se deformeze lent în timp într-un interval lung de timp. Regiunile din jurul tavanului se deformează numai elastic și din această zonă se produc desprinderile amintite mai sus. O deteriorare progresivă care să conducă la ruperi după un interval lung de timp este posibilă la adîncimi foarte mari și în jurul direcției $\theta = 0°$. O modelare matematică a acestui fenomen urmează să fie prezentată într-un articol care va fi publicat ulterior.

Bibliografie

[1] Baklashov, I. V., Kartozia, B. A., *Mecanica rocilor*. Nedra, Moscova, 1975.

[2] Baoshen, L., *A study of the mechanics of support*. Fourth Int. Congr. on Rock Mechanics, Montreux, Balkema Books, I, 157—170, 1979.

[3] Berest, P., Nguyen, M. D., *Etude en grandes déformations de la contraction de et l'expansion de cylindres creux de révolution élastoplastiques avec radoucissement*. J. de Mècanique appliquée, **3**, 4, 1979, 463—487.

[4] Berest, P., Habib, P., Nguyen, M. D., *Tentative d'interprétation des déformations observées aux tunels du Fréjus et du Gran Sasso*, Revue Fracaise de Geotechnique, Numero 12, 1980, 44—55.

[5] Borm, G., *Analysis of creep and relaxation around an underground opening in rock salt*. 5th Intern. Congr on Rock Mechanics, Preprints Section D, Melbourne Australia, D23—D27 1983.

[6] Carter, J. P., Booker, J. R., *Elastic Consolidation around a deep circular tunnel*. Int. J. Solid Structures, **18**, 12 1059—1074 1982.

[7] Cristescu, N., *Rock Plasticity, Plasticity Today. Modelling, Methods and Applications*. Sawczuk and Bianchi Editors, Elsevier Applied Sci. Publ. L.T.D. 1985

[8] Cristescu, N., *Mecanica Rocilor*. Universitatea din București, 1984, 500 pag.

[9] Jumikis, A. R. *Rock Mechanics*. Trans Tech Publications 1979.

[10] Kaiser, P. K. *Tunnel Design — Conclusions from long-term model tests*. Fourth Int. Congr. on Rock Mechanics, Montreux, Balkema Books, I, 1979, 236—238.

[11] Kaiser, P. K., Morgenstern, N. R., *Time-independent and Time-dependent Deformation of small Tunnels — III*. Pre-failure Behaviour, Int. J. Rock Mech. Min. Sci. and Geomech. Abstr., **19**, 1982, 307—342

[12] Kaiser, P. K., Maloney, S., Morgenstern, N. R., *Time-dependent Behaviour of Tunnels in Highly Stressed Rocks*. 5th Intern. Congr. on Rock Mechanics, Melbourne, Australia, Prepints Section D, D 329—D 336, 1983.

[13] Krenk, S., *Internally Pressurized Spherical and Cylindrical Cavities in Rock Salt*. Int. J. Rock Mech. Min. Sci. and Geomech. Abstr., 15, 1978 219—224.

[14] Massier, D., Cristescu, N., *Creep of rocks around horizontal tunnels* (sub tipar) 1984.

[15] Nguyen, M. D., Berest, P., *Etude de la stabilité des cavités souterraines avec un modèle de comportement élastoplastique radoucissant*. Fourth Int. Congr. on Rock Mechanics, Montreux, Balkema Books, I, 1979, 249—256.

[16] Nguyen, M. D., Berest, P., Bergues, J., *Analyse du comportement differe des ouvrages souterrains*. 5th Intern. Congr. on Rock Mech., Melbourne, Australia, Preprints Section D., D 233—D 239, 1983.

[17] Obert, L., Duvall, W. I., *Rock Mechanics and the Design of Structures in Rock*. John Wiley and Sons, 1967.

[18] Panet, N., *Time-dependent deformation in underground works*. Fourth Int. Congr. on Rock Mechanics, Montreux, Balkema Books 1979, 279—289.

[19] Popescu Al., Todorescu, A., *Mecanica Rocilor în Minerit*. Ed. tehnică, București, 1982.

[20] Stamatiu, M., *Mecanica Rocilor*. Ed. didactică și pedagogică, București, 1982.

[21] Stavroghin, A. N., Protosenia, A. G., *Plasticitatea rocilor*, Nedra, Moscova 1979.

[22] * * * *Cercetări privind comportarea în timp a unor andezite și a unor epruvete din betoanele utilizate la rambleierea excavațiilor de la Suior*. Universitatea București și ICITPML-Craiova-Colectiv Geomecanică, 1982.

[23] * * * *Studiu geomecanic pentru evaluarea influenței asupra masivului de roci, a extragerii în două variante de metode de exploatare a rezervei de sub orizontul +700m*, ICITPML-Craiova, colectiv Geomecanică, 1984.

Proiectarea mecanismului pentru deschiderea-închiderea automată alternativă a uşilor podurilor de siguranţă din puţurile de mină în săpare (II)

Sinteza analitică a profilului camelor de pe sania de ghidare

Dr. ing. **V. Zamfir**
ing. **I. Andraş**
dr. ing. **C. Bolog**
Institutul de Mine Petroşani

I. Introducere

Metoda grafică prezentată în articolul din nr. 7 al revistei Mine, Petrol şi Gaze, pentru sinteza camelor de pe sania de ghidare, cere o deosebită acurateţe în determinările grafice, mai ales la integrarea grafică. În condiţiile actuale, cînd proiectantul are acces uşor la un mijloc modern de calcul, este de la sine înţeles că un algoritm transpus într-un limbaj pentru calculator este mult mai convenabil decît o metodă grafică. În consecinţă, autorii consideră că prin lucrarea de faţă vin în ajutorul proiectantului de instalaţii miniere şi în întîmpinarea dorinţelor lui de a putea proiecta mai uşor, mai precis şi mai sigur.

În cele ce urmează se va folosi metoda analitică de sinteză prin coeficienţi relativi, expusă în lucrarea [3], care are avantajul că operează nu cu mărimile absolute, ci cu mărimile relative ale parametrilor cinematici, permiţînd, într-un mod simplu şi eficient, compararea diferitelor legi de mişcare ale organului de lucru, în cazul în care acestea nu sînt impuse univoc de procesul tehnologic, şi alegerea celei optime.

II. Definirea coeficienţilor adimensionali de deplasare, de viteză şi de acceleraţie

Pentru a înţelege semnificaţia coeficienţilor adimensionali de deplasare, viteză şi acceleraţie pentru elementul de lucru al unui mecanism cu came (tachetul mecanismului), se va porni de la un exemplu simplu luat din [2] şi anume cazul mecanismului cu camă de rotaţie cu profil sinusoidal şi tachet de translaţie. La acest tip de mecanism, tachetul are o acceleraţie ce variază după o sinusoidă cu valori nule la extremele şi mijlocul intervalului de ridicare (respectiv coborîre), o viteză ce variază după o cosinusoidă deformată şi spaţiul după o sinusoidă deformată.

Ecuaţiile ce descriu aceste legi de mişcare au următoarea formă generală (în care parametrul independent este unghiul de rotaţie al camei, φ) :

— pentru deplasarea tachetului,

$$s = h\left(\frac{\varphi}{\varphi_1} - \frac{1}{2\pi}\sin\frac{2\pi}{\varphi_1}\varphi\right) \tag{1}$$

— pentru viteza tachetului,

$$s' = \frac{\mathrm{d}s}{\mathrm{d}\varphi} = \frac{h}{\varphi_1}\left(1 - \cos\frac{2\pi}{\varphi_1}\varphi\right) \tag{2}$$

— pentru acceleraţia tachetului,

$$s'' = \frac{\mathrm{d}^2 s}{\mathrm{d}\varphi^2} = \frac{2\pi h}{\varphi_1^2}\sin\frac{2\pi}{\varphi_1}\varphi \tag{3}$$

în care :

s, s' şi s'' sînt spaţiul, respectiv viteza relativă şi acceleraţia relativă pentru tachet ;
h — înălţimea maximă de ridicare a tachetului ;
φ_1 — unghiul de rotaţie, corespunzător ridicării tachetului la înălţimea h ;
φ — unghiul de rotaţie, curent al camei ;
$\omega = \mathrm{d}\varphi/\mathrm{d}t$ — viteza de rotaţie a camei.

Din relaţiile (1), (2) şi (3) se vede că mărimile s, s' şi s'' depind numai de legea mişcării şi de parametrul independent, unghiul φ, ci şi de valorile h şi φ_1, ceea ce face imposibilă aprecierea legii de mişcare cu ajutorul ecuaţiilor pentru s, s' şi s''.

Pentru a înlătura acest neajuns, se caută să se elimine influenţa directă a mărimilor h şi φ_1 din relaţiile lui s, s' şi s'', luînd în considerare, prin convenţie, nu mărimea absolută a unghiului φ, ci mărimea relativă :

$$k = \frac{\varphi}{\varphi_1}, \tag{4}$$

denumit coeficient adimensional al unghiului de rotaţie al camei, cu limitele de variaţie : $0 \leqslant k \leqslant 1{,}0$.

Se introduc relaţiile :

$$\zeta = \left(k - \frac{1}{2\pi} \sin 2\pi k\right), \tag{5}$$

$$\delta = 1 - \cos 2\pi k, \tag{6}$$

$$\xi = 2\pi \sin 2\pi k. \tag{7}$$

Ţinînd cont de (5), (6) şi (7), relaţiile (1), (2) şi (3) capătă următoarea formă :

$$s = \zeta(k); \tag{8}$$

$$s' = \delta \frac{h}{\varphi_1}; \tag{9}$$

$$s'' = \xi \frac{h}{\varphi_1^2} \tag{10}$$

Din relaţiile (8), (9) şi (10) se poate uşor constata că :

$$\delta = \frac{d\zeta}{dk}, \tag{11}$$

$$\xi = \frac{d\delta}{dk} = \frac{d\zeta}{dk^2}. \tag{12}$$

Din cele prezentate, nu este greu de dedus că şi în cazul altor legi de mişcare a tachetului, exprimate în formă analitică, mărimile s, s' şi s'' pot fi aduse la forma (5), (6) şi (7) în care:

— ζ este coeficient adimensional al deplasării tachetului ;
— δ este coeficient adimensional de viteză ;
— ξ este coeficient adimensional de acceleraţie.

Pentru fiecare lege de mişcare, coeficienţii adimensionali ζ, δ şi ξ se determină în funcţie de coeficientul adimensional al deplasării camei k, adică :

$$\zeta = \zeta(k), \tag{13}$$

$$\delta = \delta(k), \tag{14}$$

$$\xi = \xi(k). \tag{15}$$

Determinarea coeficienţilor adimensionali de deplasare ζ, de viteză δ şi de acceleraţie ξ, în funcţie de k, se face pornind de la diagramele de variaţie a acceleraţiei.

Pentru diagramele de acceleraţie corespunzătoare tahogramelor de viteză simetrice la care mărimea acceleraţiilor pozitive este egală cu mărimea acceleraţiilor negative este suficient ca ζ, δ şi ξ să fie calculaţi doar în sectorul de accelerare, $0 \leqslant k \leqslant 0{,}5$. Pentru sectorul de decelerare, $0{,}5 \leqslant k \leqslant 1{,}0$, din condiţia de simetrie, se pot folosi relaţiile :

$$\zeta^*(k) = 1 - \zeta(1 - k), \tag{16}$$

$$\delta^*(k) = \delta(1 - k), \tag{17}$$

$$\xi^*(k) = -\xi(1 - k). \tag{18}$$

Pentru a înţelege mai bine, să considerăm un exemplu.
Fie $k = 0{,}7$, rezultă :

$$\zeta^*(0{,}7) = 1 - \zeta(0{,}3); \quad \delta^*(0{,}7) = \delta(0{,}3); \quad \xi^*(0{,}7) = -\xi(0{,}3). \tag{19}$$

De regulă, formulele (13), (14) şi (15) se dau numai pentru intervalul de urcare a tachetului. Pentru intervalul de coborîre, valorile coeficienţilor adimensionali de traiectorie ζ°, de viteză δ° şi de acceleraţie ξ°, în funcţie de coeficientul adimensional de deplasare k al camei, se pot determina cu relaţiile următoare :

$$\zeta^\circ(k) = \zeta(1 - k),$$

$$\delta^\circ(k) = -\delta(1 - k), \tag{20}$$

$$\xi^\circ(k) = \xi(1 - k).$$

De exemplu, pentru $k = 0{,}2$, rezultă :

$$\zeta^\circ(0{,}2) = \zeta(0{,}8); \quad \delta^\circ(0{,}2) = -\delta(0{,}8); \quad \xi^\circ(0{,}2) = \xi(0{,}8).$$

În figura 1 sînt arătate cele două exemple pentru cazul unei tahograme simetrice de viteză la care acceleraţia are variaţie liniară, cu valori nule la capetele şi mijlocul intervalului de ridicare.

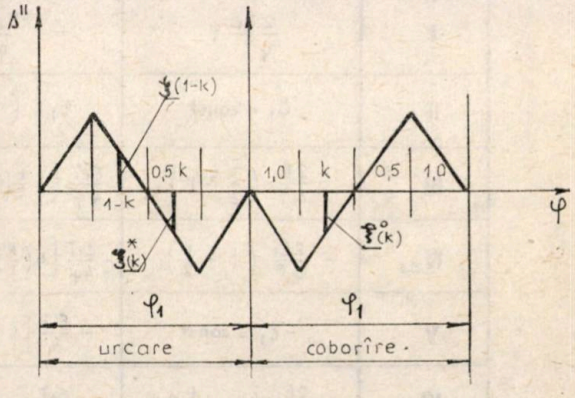


Fig. 1. Relaţia între coeficienţii de acceleraţie pentru cazul unei tahograme de viteze simetrice

În cazul de față este vorba de un mecanism cu camă de translație (fixată pe sania chiblei) și tachet de rotație (ușa podului de siguranță).

Se notează cu s și respectiv ψ deplasările lor, legate prin relația $\psi = \psi(s)$.

Se consideră cunoscute deplasările maxime :

— pentru camă : $S_{max} = s_f - s_0$,

— pentru tachet : $\psi_{max} = \psi_f - \psi_0$,

în care s_0 și ψ_0 sînt valorile inițiale ale spațiului camei și respectiv tachetului.

Legile mișcării tachetului vor avea următoarea formă generală

$$\psi = \psi(s); \quad \psi' = \frac{d\psi}{ds}; \quad \psi'' = \frac{d^2\psi}{ds^2} \qquad (21)$$

care după definirea coeficientului adimensional de deplasare a camei relația 4 :

$$k = \frac{s}{s_{max}} \qquad (22)$$

vor căpăta următoarea formă :

$$\psi = \zeta\psi_{max}; \quad \psi' = \delta\frac{\psi_{max}}{s_{max}}; \quad \psi'' = \xi\frac{\psi_{max}}{s^2_{max}} \qquad (23)$$

în care ζ, δ și ξ sînt funcții de k — relațiile (13), (14), și (15) — care se determină pentru fiecare lege de mișcare aleasă pentru tachet așa cum se va arăta mai jos.

III. Determinarea coeficienților adimensionali de deplasare, de viteză și de accelerație în funcție de parametrul adimensional k

Între cerințele de bază ale proiectării profilului camelor de pe sania de ghidare a chiblei se impunea ca deschiderea și închiderea ușilor să se realizeze lin, cu șocuri mici sau fără șocuri. Prin urmare, trebuie alese acele legi de mișcare pentru care tachetul are accelerație variabilă cu valori nule la capetele și mijlocul intervalului de deplasare.

În consecință, se va alege diagrama de variație a accelerației tachetului de formă trapezoidală, corespunzătoare unei tahograme de viteză simetrice (fig. 2).

Pentru acest caz, curba vitezelor este formată din parabole (intervalele I, III, IV și VI) și din segmente de dreaptă (II și V), iar curba deplasărilor va fi formată din parabole simple (intervalele II și V) și din parabole cubice (intervalele I, III, IV și VI).

Cunoscînd diagrama accelerațiilor pentru fiecare interval în parte, prin integrări succesive se obțin viteza $\omega = \int \varepsilon dt$ și spațiul $\psi = \int \omega dt$ la tachet. Expresiile accelerației, vitezei și spațiului tachetului pentru fiecare interval în parte, cu notațiile din figura 2, sînt arătate în tabelul 1.

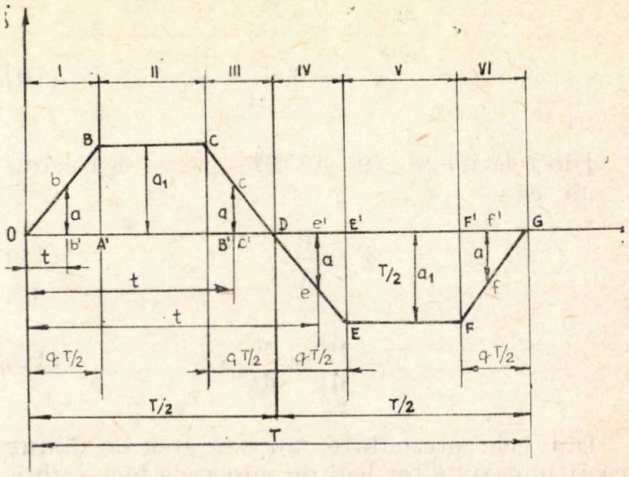


Fig. 2. Diagramă de accelerație de formă trapezoidală în valori absolute.

Tabelul 1

Legile mișcării tachetului pentru diagrama de variație trapezoidală [2] în mărimi absolute

INTERVALUL	ACCELERATIA, ε	VITEZA, ω	SPATIUL, ψ
I	$\frac{2\varepsilon_1}{qT}t$	$\frac{\varepsilon_1}{qT}t^2$	$\frac{\varepsilon_1}{qT}\frac{t^3}{3}$
II	$\varepsilon_1 = \text{const}$	$\varepsilon_1 T\left(\frac{t}{T} - \frac{q}{4}\right)$	$\frac{\varepsilon_1 T^2}{24}\left[12\left(\frac{t}{T}\right)^2 - 6q\left(\frac{t}{T}\right) + q^2\right]$
III	$\frac{2\varepsilon_1}{qT}\left(\frac{T}{2} - t\right)$	$\frac{\varepsilon_1 T}{4q}\left[4\frac{t}{T}\left(1-\frac{t}{T}\right) + 2q(1-q) - 1\right]$	$\frac{\varepsilon_1 T^2}{24q}\left[-8\left(\frac{t}{T}\right)^3 + 12\left(\frac{t}{T}\right)^2 - 6\frac{t}{T}(2q^2-2q+1) + 1 - 3q(1-q)\right]$
IV	$-\frac{2\varepsilon_1}{qT}\left(t - \frac{T}{2}\right)$	$-\frac{\varepsilon_1 T}{4q}\left[4\left(\frac{t}{T}\right)\left(\frac{t}{T}-1\right) + q^2 + (1-q)^2\right]$	$\frac{\varepsilon_1 T^2}{24q}\left[-8\left(\frac{t}{T}\right)^3 + 12\left(\frac{t}{T}\right)^2 - 6(2q^2+1-2q)\frac{t}{T} + 3q^2 - 3q + 1\right]$
V	$-\varepsilon_1 = \text{const}$	$-\frac{\varepsilon_1 T}{4}\left[4\frac{t}{T} + k - 4\right]$	$\frac{\varepsilon_1 T^2}{24}\left[3q + 3 - 7q^2\right]$
VI	$-\frac{2\varepsilon_1}{q}\left(1 - \frac{t}{T}\right)$	$\frac{\varepsilon_1 T}{q}\left[1 - \frac{t}{T}\right]^2$	$\frac{\varepsilon_1 T^2}{12q}\left[12\frac{t}{T} - 12\left(\frac{t}{T}\right)^2 + 4\left(\frac{t}{T}\right)^2 + 3q - 3q^2 - 4\right]$

În figura 3 este arătată diagrama de acceleraţie de formă trapezoidală trasată cu ajutorul coeficienţilor adimensionali. Se observă că în locul parametrului independent t se foloseşte parametrul adimensional k, în locul acceleraţiei a se foloseşte coeficientul adimensional de acceleraţie ξ şi este uşor de constatat că :

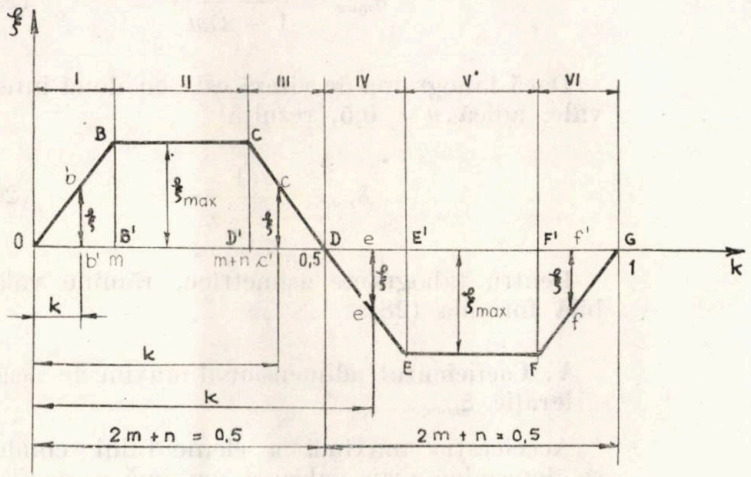


Fig. 3. Diagramă de acceleraţie de formă trapezoidală trasată cu coeficienţi adimensionali

$$\frac{q \cdot T}{2} = m.$$

Făcînd înlocuirile în formulele din tabelul 1, se obţin relaţiile corespondente din tabelul 2. La relaţiile din tabelul 2 se poate ajunge şi direct, procedînd la integrări succesive, pe porţiuni, în diagrama coeficientului adimensional ξ.

Tabelul 2

Legile mişcării tachetului pentru diagrama de variaţie trapezoidală a acceleraţiei prin coeficienţi adimensionali [3]

INTERVALUL	COEFICIENTUL MAXIM DE VITEZA SI COEFICIENTUL MAXIM DE ACCELERATIE	COEFICIENTUL DE DEPLASARE, ξ	COEFICIENTUL DE VITEZA, δ	COEFICIENTUL DE ACCELERATIE, ξ
I 0 – m	$\delta_{max} = \xi_{max}(0.25 + 0.5n)$	$\xi_{max} \frac{k^3}{6m}$	$\xi_{max} \frac{k^2}{2m}$	$\xi_{max} \frac{k}{m}$
II m – m+n	$\xi_{max} = \frac{3}{A}$	$\xi_{max} \left[\frac{m^2}{6} + \frac{k(k-m)}{2}\right]$	$\xi_{max} \left(k - \frac{m}{2}\right)$	ξ_{max}
III m+n – 0.5	$A = 0.5 - 0.5m + n - 2mn - n^2$	$\frac{\xi_{max}}{6} \left[3nk + 1.5(k-m-n) + \frac{(0.5-k)^2}{(0.5-m-n)}\right]$	$\frac{\xi_{max}}{2} \left[0.5 + n - \frac{(0.5-k)^2}{0.5-m-n}\right]$	$\xi_{max} \frac{0.5-k}{0.5-m-n}$

Pentru exemplificare, să considerăm în figura 4, pentru un mecanism cu camă de rotaţie şi tachet de translaţie o lege de mişcare, cu tahograma de viteză simetrică formată din trei sectoare care îndeplineşte condiţiile teoremei lui Gheronimus. Considerînd prima jumătate a intervalului de ridicare, conform teoremei lui Gheronimus se poate scrie :

$$\frac{h}{2} = \left(\frac{\varphi_1}{2} - \varphi_{ca}\right) \int_0^{\frac{\varphi_1}{2}} s'' \, d\varphi \qquad (24)$$

IV. Coeficientul adimensional maxim de viteză δ_{max}

Dependenţa vitezei maxime a elementului condus sau a mărimii maxime a coeficientului adimensional de viteză δ_{max} de legea mişcării se poate stabili cu ajutorul teoremei lui Gheronimus, care, pentru mecanisme cu came cu mişcare uniformă, se formulează în felul următor : creşterea spaţiului elementului condus într-un punct oarecare al intervalului este egală cu produsul dintre suprafaţa graficului acceleraţiei reduse corespunzătoare intervalului analizat şi distanţa de la centrul de greutate al acestei suprafeţe, pînă la capătul intervalului, dacă viteza redusă este o funcţie monotonă egală cu zero la începutul intervalului.

în care φ_{ca} este unghiul de rotație al camei de la începutul intervalului de ridicare pînă la centrul de greutate al diagramei graficului valorilor pozitive ale accelerației relative s''.

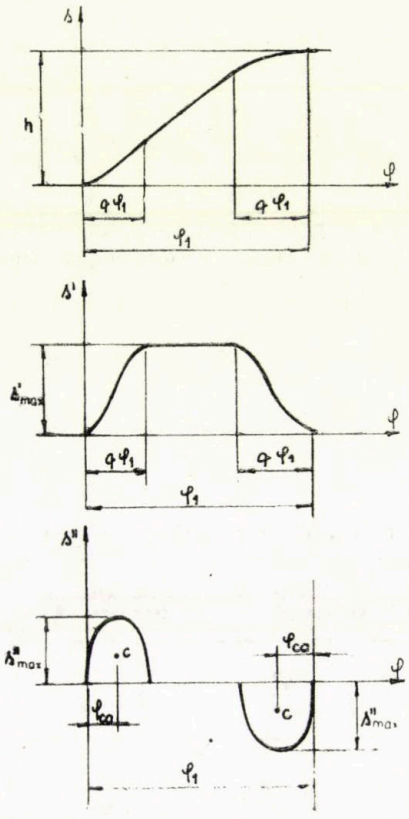


Fig. 4. Tahogramă simetrică din trei sectoare

Înlocuind :

$$\int_0^{\frac{\varphi_1}{2}} s'' \, \delta\varphi = s'_{max}, \tag{25}$$

rezultă :

$$s'_{max} = \frac{h}{(\varphi_1 - 2\varphi_{ca})}. \tag{26}$$

Se notează cu u valoarea coeficientului adimensional k în momentul terminării accelerării elementului condus adică la $s' = s'_{max}$ și $s'' = 0$. Distanța φ_{ca} de la începutul intervalului pînă la centrul de greutate al suprafeței graficului accelerațiilor pozitive se poate exprima în fracțiuni ale intervalului de accelerare $(0, u, \varphi_1)$, prin coeficientul λ :

$$\lambda = \frac{\varphi_{ca}}{u\,\varphi_1} \tag{27}$$

Din formulele (9), (26) și (27) rezultă coeficientul adimensional maxim de viteză pentru tahograme simetrice :

$$\delta_{max} = \frac{1}{1 - 2\lambda u}. \tag{28}$$

Dacă tahograma de viteză este cu două intervale, adică $u = 0{,}5$, rezultă

$$\delta_{max} = \frac{1}{1 - \lambda}. \tag{29}$$

Pentru tahograme asimetrice, rămîne valabilă formula (28).

V. Coeficientul adimensional maxim de accelerație ξ_{max}

Accelerația maximă a elementului condus se determină prin valoarea maximă a coeficientului adimensional de accelerație ξ_{max}.

Pentru determinarea acestuia, se notează cu α raportul dintre valoarea accelerației relative maxime și valoarea ei medie, în porțiunea de accelerare sau decelerare :

$$\alpha = \frac{s''_{max}}{s''_{med}}, \tag{30}$$

Pentru porțiunea de accelerare, valoarea accelerației medii se poate pune sub forma :

$$s''_{med} = \frac{s'_{max}}{u\,\varphi_1}, \tag{31}$$

sau, ținînd cont de (9), rezultă :

$$s''_{med} = \frac{\delta_{max}}{u} \cdot \frac{h}{\varphi_1^2}. \tag{32}$$

Din relațiile (10), (30) și (32) rezultă :

$$\xi_{max} = \frac{\alpha}{u}\,\delta_{max}. \tag{33}$$

Pentru legile mișcării cu tahograme asimetrice din două porțiuni, pentru sectorul de accelerare se obține, în mod analog :

$$\xi_{max\,1} = \frac{\alpha_1}{u}\,\delta_{max}, \tag{34}$$

iar pentru sectorul de decelerare,

$$\xi_{max\,2} = \frac{\alpha_2}{u}\,\delta_{max}, \tag{35}$$

unde α_1 și α_2 sînt coeficienții α pentru sectoarele corespunzătoare de accelerare și decelerare.

La aprecierea legilor mișcării după mărimea maximă a coeficientului de accelerație ξ_{max}, trebuie să se ia în considerare și caracterul variației accelerației tachetului, deoarece o schimbare instantanee a mărimii și, cu atît mai mult a mărimii și direcției accelerației, produce schimbări esențiale ale forțelor de inerție de pe elementul condus. De asemenea, raza minimă a profilului camei este un parametru de care trebuie să se țină seama.

VI. Determinarea dimensiunilor de bază ale mecanismului

În figura 5* este arătată schema de principiu a mecanismului de deschidere-închidere a ușilor podului de siguranță.

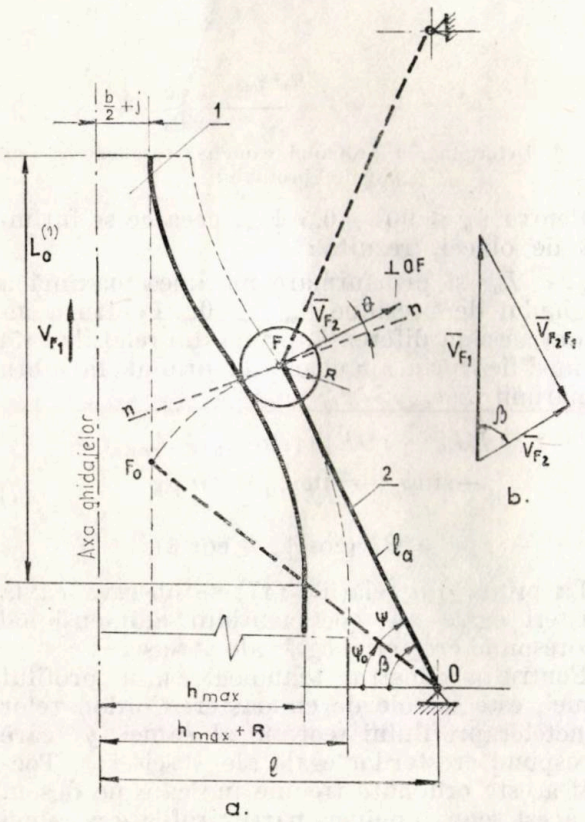


Fig. 5. *a*. Schema de principiu a mecanismului ușilor. *b*. Poligonul de viteze pentru centrul rolei

Se consideră lungimea tachetului oscilant de rotație $l_a = OF = 1$. Se notează cu L_0 lungimea relativă a părții profilate a camei, $L_a = \frac{L_a^{(1)}}{l_a}$ în care $L_a^{(1)}$ este lungimea ei reală; cu ψ_0 unghiul ce determină poziția inițială a liniei OF a tachetului în raport cu o dreaptă perpendiculară pe direcția vitezei camei (la mecanismul real acesta coincide cu axa orizontală); cu ψ unghiul de rotație al ușii din poziția inițială; cu $\bar{V}_{F2}$ viteza centrului rolei F; cu $\bar{V}_{F1}$, viteza de deplasare a saniei, considerată constantă; cu $\bar{V}_{F2F1}$ viteza relativă a centrului rolei în raport cu sania.

Între viteza centrului $\bar{V}_{F2}$ și viteza de deplasare a saniei $\bar{V}_{F1}$ se poate scrie relația vectorială

$$\bar{V}_{F2} = \bar{V}_{F1} + \bar{V}_{F2F1}. \tag{36}$$

Din transpunerea grafică a relației (36) 5*b*) se poate scrie:

$$V_{F2} = V_{F1} \frac{\cos(\theta + \beta)}{\cos\theta}. \tag{37}$$

În relația (38), prin θ, s-a notat unghiul de presiune format între direcția normalei *nn* în punctul de cntact al rolei cu cama și direcția vitezei centrului rolei, $\bar{V}_{F2}$.

Pentru convenția făcută că $OF = 1$, $\beta = \psi_0 + \psi$ și $V_{F1} = \frac{L_0^{(1)}}{t_1}$, $V_{F2} = \dot{\beta} = \frac{d\varphi}{dt}$, este ușor de găsit relația:

$$\operatorname{tg}\theta = V_{F1} \frac{\cos(\theta + \beta)}{\cos\theta}. \tag{38}$$

Anulînd derivata în raport cu timpul t a părții din dreapta a expresiei (38) se obține condiția pentru ca unghiul de presiune θ să devină maxim, θ_{max}:

$$\frac{L_0^{(1)}}{t_1} = \mp\dot{\beta}\cos\beta \mp \frac{\ddot{\beta}}{\dot{\beta}}\sin\beta. \tag{39}$$

Excluzînd din relațiile (38) și (39) raportul $\frac{L_0^{(1)}}{t_1}$, înlocuind $\theta = \theta_m$ (unghi de presiune de mișcare) și ținînd cont de relațiile (23) transcrise în forma:

$$\psi = \zeta\varphi_{max}; \quad \dot{\psi} = \delta\frac{\psi_{max}}{t_1}; \quad \ddot{\psi} = \xi\frac{\psi_{max}}{t_1^2} \tag{23'}$$

se poate obține expresia:

$$\operatorname{tg}(\psi_0 + \zeta\psi_{max}) = \mp\operatorname{tg}(\eta + \theta_m), \tag{40}$$

în care:

$$\operatorname{tg}\eta = \frac{\Phi_1}{\delta\psi_{max}}. \tag{41}$$

* Vezi figura 3 din articolul „Sinteza grafozalitică a profilului camelor de pe sania de ghidare" din revista Mine, Petrol și Gaze nr. 7, 1985

și :

$$\Phi_1 = \frac{\xi}{\delta}. \qquad (42)$$

În relațiile (39) și (40) semnul superior se referă la poziția ușii figurată cu linie continuă (fig. 5), iar semnul inferior, pentru soluția posibilă, arătată cu linie întreruptă.

Din relația (38), considerînd că unghiul de presiune θ poate fi atît pozitiv, cît și negativ și, punînd $\theta = \theta_m$, se obține lungimea părții profilate a camelor de pe sanie $L_0^{(1)}$:

$$L_0^{(1)} = \frac{\delta\, \psi_{max}\, \cos\theta_{max}}{\cos(\psi_0 + \zeta\, \psi_{max} \mp \theta_m)}. \qquad (43)$$

Semnul din fața simbolului θ_m, în relația (44), se va alege astfel încît expresia de la numitor să fie pozitivă, adică suma unghiurilor argument ale funcției cos să rămînă în primul cadran.

Succesiunea calculelor, în vederea determinării dimensiunilor de bază ale mecanismului, este următoarea.

1. Se alege o valoare $k = k_m$ cu $k_m < u$ în care u este valoarea abscisei în care diagrama accelerației trece prin zero. Se calculează cu valoarea k_m coeficienții de deplasare ζ, de viteză δ și de accelerație ξ, precum și raportul $\Phi_1 = \frac{\xi}{\delta}$.

2. Se determină în ordine succesivă cu relațiile (41), (40) și (43) mărimile η, ψ_0 și $L_0^{(1)}$ pentru o serie de valori ale coeficientului adimensional k, obținîndu-se mai multe valori ale mărimilor ψ_0 și $L_0^{(1)}$. Din mulțimea valorilor obținute pentru ψ_0 și $L_0^{(1)}$ se vor alege perechile care satisfac cel mai bine condițiile referitoare la unghiul de presiune și de funcționalitate :

$$\psi_0 \geqslant 90 - \theta_m. \qquad (44)$$

Pentru cazul instalației de deschidere-închidere a ușilor podurilor de siguranță multe elemente geometrice sînt alese pe considerente constructive (printre acestea sînt $L_0^{(1)}$, lungimea profilului activ al camelor de pe sanie, ψ_0 și ψ_f unghiul inițial și respectiv final pentru ușă).

Determinarea profilului camei

În figura 6 sînt arătate coordonatele x și y ale centrului rolei F, ale căror expresii sînt :

$$x = k\, L_0^{(1)} + OF\,(\sin\psi_0 - \sin\beta),$$
$$y = OF\,(\cos\psi_0 - \cos\beta). \qquad (45)$$

Se observă că pentru $k = 1$, rezultă valoarea maximă a abscisei :

$$x = x_{max} = L_0^{(1)} + OF\,[\sin\psi_0 - \sin(\psi_0 + \psi_{max})]. \qquad (46)$$

Din expresia (46) rezultă că deplasarea efectivă maximă L_0^1 a camei este diferită de lungimea părții ei active. x_{max}.

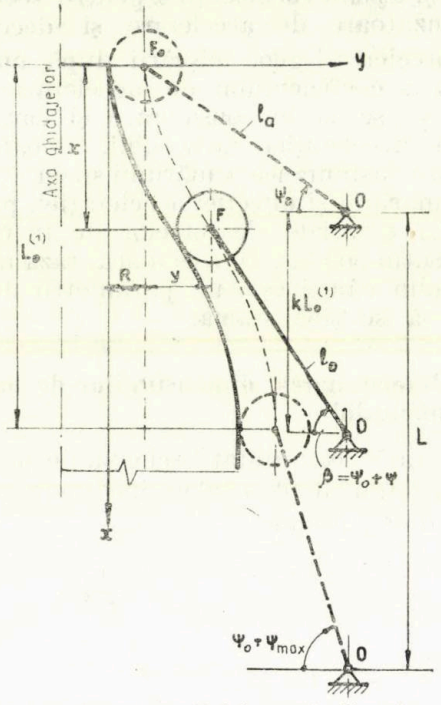


Fig. 6. Determinarea profilului camei. Coordonatele unui punct al profilului

Pentru $\psi_0 \leqslant 90° - 0{,}5\ \psi_{max}$ ceea ce se întîmplă de obicei, rezultă :

$x_{max} < L_0^{(1)}$ și prin urmare mărimea maximă a unghiului de presiune $\theta_{max} > \theta_m$. Pentru a înlătura această diferență, prima din relațiile (45) se modifică prin adăugarea la primul membru a mărimii $k(x_{max} - L_0^{(1)})$:

$$x = k\, L_0^{(1)} + OF\{k\,[\sin(\psi_0 + \psi_{max}) - \sin\psi_0] + \sin\psi_0 - \sin\beta\}$$
$$y = OF\,(\cos\psi_0 - \cos\beta). \qquad (47)$$

La prima din relațiile (47) se observă că la creșteri egale ale coeficientului adimensional k corespund creșteri inegale ale abscisei x.

Pentru a construi tehnologic ușor profilul camei, este nevoie de cunoașterea ordonatelor punctelor profilului teoretic al camei y_j care corespund creșterilor egale ale abscisei x. Tocmai aceste ordonate trebuie indicate pe desen. În acest scop, lungimea părții profilate a camei $L_0^{(1)}$ se împarte în n intervale egale Δx. Ținînd seama că $L_0^{(1)} = l_a\, L_0$ și $\beta = \psi_0 + \zeta\psi_{max}$ pe baza primei dintre relațiile (47) se obțin următoarele n ecuații independente (cu $l_a = OF$) :

$$k\,[L_0 + \sin(\psi_0 + \psi_{max}) - \sin\psi_0] - \sin(\psi_0 + \zeta\,\psi_{max}) = \frac{j\Delta x}{l_a} - \sin\psi_0$$
$$j = \left(1, 2, \ldots, n = \frac{L_0^{(1)}}{\Delta x}\right). \qquad (48)$$

Rezolvarea fiecăreia din cele n ecuații (49) conduce la aflarea valorii coeficientului adimensional de deplasare k, la care cu o precizie suficientă ecuația se transformă în identitate.

Cu valorile k găsite se determină cu cea de-a doua din ecuațiile (47) ordonatele corespunzătoare centrului F al rolei. Ordonata maximă se găsește, direct, cu relația :

$$y_{max} = l_a[\cos \psi_0 - \cos (\psi_0 + \psi_{max})]. \quad (49)$$

Profilul real al camei va fi un profil paralel, obținut prin translatarea curbei centrului F al rolei, pe distanța R, paralelă cu axa OY (profilul cu linie continuă (fig. 6).

Pentru rezolvarea sistemului (48) a fost întocmită schema logică din figura 7, care a fost transpusă într-un program general pentru calculator, în limbaj FORTRAN IV cu ajutorul căruia se poate sintetiza profilul camei de translație și tachet oscilant de rotație pentru orice lege de mișcare cerută acestuia din urmă. Programul realizat și prezentat se referă la tahograme de accelerații de pînă la 6 paliere. El poate fi extins ușor și la tahograme cu un număr mai mare de paliere ($2n$) prin construirea de funcții S adecvate.

Pentru exemplificare, pe lîngă legea de mișcare a tachetului cu accelerație cu diagramă în formă de trapez isoscel, tabelul 2, au mai fost considerate și alte șase legi de mișcare cu tahograme simetrice, trecute în tabelul 3, pentru a putea face o comparație și a decide care este cea potrivită scopului.

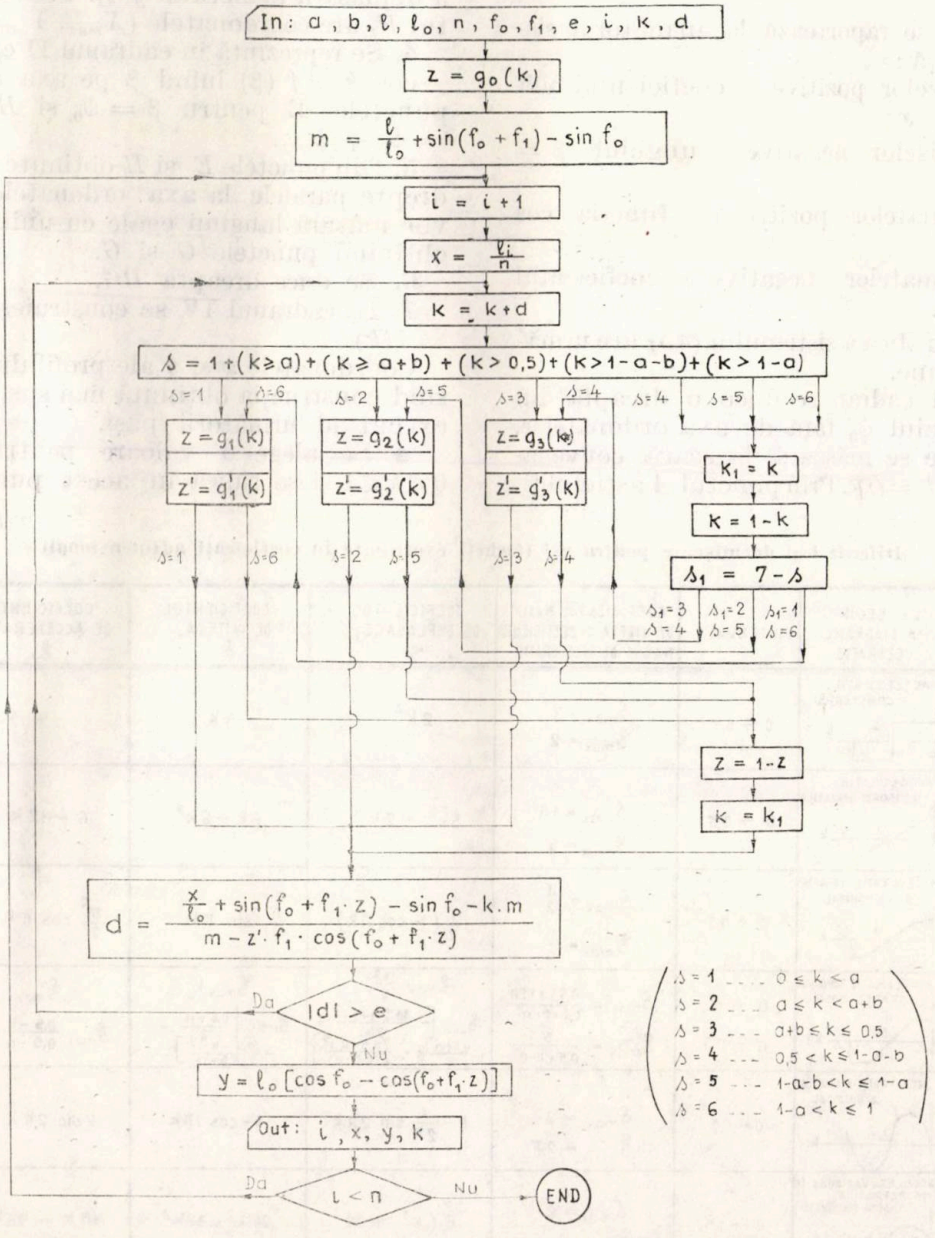


Fig. 7. Schema logică pentru determinarea profilului camei

În tabelul 4 sînt date rezultatele pentru coordonatele X, Y și coeficientul adimensional de deplasare k, pentru $n = 40$ de puncte ale camei.

În figura 7 sînt trasate de către calculator cele 7 profile de came, obținute.

Pentru situațiile în care, proiectanții nu au acces ușor la un calculator și doresc a realiza rapid profilul camei, folosind metoda coeficienților adimensionali, autorii le oferă acestora o metodă grafică care, pentru aceleași date de bază ale mecanismului ψ_0, ψ_{max}, $L_0^{(1)}$, l_a poate fi folosită și ca nomogramă, cu ajutorul căreia se poate sintetiza profilul camei, cu suficientă exactitate practică (fig. 8), pentru diferite legi de mișcare (ζ diferit).

Nomograma a fost construită pentru a rezolva grafic sistemul de ecuații (45), în care $\beta = \psi_0 + \zeta\,\psi_{max}$.

Nomograma se raportează la următorul sistem de referință:

— axa absciselor pozitive — coeficientul adimensional k și x;

— axa absciselor negative — unghiul $\beta = \psi_0 + \psi_j$;

— axa ordonatelor pozitive — funcția cos și y;

— axa ordonatelor negative — coeficientul de deplasare ζ.

Rezolvarea grafică a sistemului (45) are următoarea succesiune.

1. În primul cadran se duce o dreaptă din origine la unghiul ψ_0 față de axa ordonatelor. Pe această cale se măsoară, la scară convenabilă, lungimea $l_a = \overline{OF}$. Prin punctul A astfel obținut ($OA = l_a$) se duce o paralelă la axa k, pe care se va măsura, la scară, în sensul de creștere a lui k, lungimea AB, egală cu L, deplasarea profilului camei, obținut din relația:

$$L = v \cdot t \qquad (50)$$

în care:

v este viteza preconizată pentru sania de ghidare prin dreptul podului;

t — timpul de deschidere-închidere a ușii.

2. Din punctul B, se vor duce la unghiurile ψ_0 și respectiv $\psi_0 + \psi_{max}$ față de axa ordonatelor segmentelor BF_0 și BF_f, egale cu l_a. Punctele F_0 și F_f se găsesc deci pe un arc de cerc cu centrul în B și de rază l_a. Se ia segmentul $OF_0 = L = 1$ (punctul $k = 1$).

3. Prin punctul F_f se duce o paralelă la axa k, marcînd pe axa ordonatelor valoarea maximă a deplasării tachetului y_{max}. Prin urmare punctul F_f are coordonatele (X_{max}, Y_{max}).

4. Se reprezintă în cadranul II curba $\cos\psi_0 - \cos\beta = f(\beta)$ luînd β pe axa absciselor, cu punctele E pentru $\beta = \psi_0$ și H pentru $\beta = \psi_0 + \psi_{max}$.

5. Din punctele E și H obținute mai sus se duc drepte paralele la axa ordonatelor pe care se vor măsura lungimi egale cu unitatea ($1 = L$), obținînd punctele G și G.

6. Se duce dreapta HG.

7. În cadranul IV se construiește curba $\zeta = \zeta(k)$.

Coordonatele x și y ale profilului camei, folosind construcția obținută mai sus, se determină executînd următorii pași.

● Se alege o valoare pentru parametrul $0 \leqslant k \leqslant 1$ și se ridică în acest punct o perpen-

Tabelul 3

Diferite legi de mișcare pentru ușă (tachet) exprimate în coeficienți adimensionali

Nr. crt.	TIPUL LEGII SI FORMA DIAGRAMEI DE ACCELERATIE	INTERVAL	COEFICIENTUL MAXIM DE VITEZA SI COEFICIENTUL MAXIM DE ACCELERATIE	COEFICIENTUL DE DEPLASARE, ζ	COEFICIENTUL DE VITEZA, δ	COEFICIENTUL DE ACCELERATIE ξ
1.	CU ACCELERATIE CONSTANTA	$0 \div 0{,}5$	$\delta_{max} = 2$ $\xi_{max} = 2$	$2k^2$	$4k$	4
2.	CU ACCELERATIE UNIFORM VARIABILA	$0 \div 0{,}5$	$\delta_{max} = 1{,}5$ $\xi_{max} = 6$	$3k^2 - 2k^3$	$6k - 6k^2$	$6 - 12k$
3.	CU ACCELERATIE VARIABILA SINUSOIDAL	$0 \div 0{,}5$	$\delta_{max} = \frac{\pi}{2}$ $\xi_{max} = \frac{\pi^2}{2}$	$\frac{1}{2}(1 - \cos\pi k)$	$\frac{\pi}{2}\sin\pi k$	$\frac{\pi^2}{2}\cos\pi k$
4.	CU ACCELERATIE VARIABILA TRAPEZ ISOSCEL	$0 \div n$ $n \div 0{,}5$	$\delta_{max} = \frac{0{,}75 + 1{,}5n}{0{,}5 + n - n^2}$ $\xi_{max} = \frac{3}{0{,}5 + n - n^2}$	$\xi_{max}\cdot\frac{k^2}{2}$ $\xi_{max}\left[-\frac{1+2n+4n^2}{24} + \frac{0{,}5+n}{2}k + \frac{(0{,}5-k)^3}{6(0{,}5-n)}\right]$	$\xi_{max}\,k$ $\xi_{max}\left[\frac{0{,}5+n}{2} - \frac{(0{,}5-k)^2}{2(0{,}5-n)}\right]$	ξ_{max} $\xi_{max}\frac{0{,}5-k}{0{,}5-n}$
5.	CU ACCELERATIE VARIABILA SINUSOIDAL	$0 \div 0{,}5$	$\delta_{max} = 2$ $\xi_{max} = 2\pi$	$k - \frac{1}{2\pi}\sin 2\pi k$	$1 - \cos 2\pi k$	$2\sin 2\pi k$
6.	CU ACCELER. VARIABILA DE FORMA PATRATICA (aprox. SINUSOIDALA)	$0 \div 0{,}5$	$\delta_{max} = 2$ $\xi_{max} = 6$	$8(k^3 - k^4)$	$24k^2 - 32k^3$	$48k - 96k^2$

diculară pe axa k, pînă la intersecţia cu curba $\zeta(k)$ unde se obţine punctul M.

● Din M se duce o paralelă la axa k pînă se intersectează dreapta EG în punctul $N(EN = \zeta(k)$.

● Din punctul N se duce o paralelă la dreapta EG pînă la intersectarea axei β, obţinînd punctul P. Se observă că: $\frac{\overline{EP}}{\overline{EH}} = \frac{\overline{EN}}{\overline{EG}}$; dar $\overline{EN} = \zeta$, $\overline{EG} = 1$, $\overline{EH} = \psi_{max}$ şi prin urmare,

$$\overline{EP} = \frac{\overline{EH} \cdot \overline{EN}}{\overline{EG}} \zeta\psi_{max}.$$

● Din punctul P se duce o paralelă la axa ordonatelor pînă la intersectarea curbei $\cos\psi_0 - \cos\beta$ în punctul R.

● Din punctul R se duce o paralelă la axa absciselor pînă la intersecţia cu arcul de cerc

Tabelul 4

Valorile coordonatelor x şi y ale punctelor profilului camei în funcţie de coeficienţii adimensionali k, obţinute cu calculatorul

	x	y	k	y	k	y	k	y	k
1	20.0000	0.1774	0.0188	0.2664	0.0186	0.2205	0.0185	0.0104	0.0187
2	40.0000	0.7309	0.0374	1.0991	0.0379	0.9133	0.0377	0.0833	0.0362
3	60.0000	1.6971	0.0570	2.5550	0.0582	2.1349	0.0576	0.2836	0.0556
4	80.0000	3.1205	0.0772	4.7016	0.0794	3.9517	0.0783	0.6813	0.0738
5	100.0000	5.0548	0.0980	7.6180	0.1015	6.4436	0.0999	1.3545	0.0925
6	120.0000	7.5653	0.1197	11.3951	0.1248	9.7062	0.1226	2.3943	0.1126
7	140.0000	10.7321	0.1421	16.1355	0.1498	13.8518	0.1463	3.9102	0.1326
8	160.0000	14.6538	0.1655	21.7509	0.1749	19.0117	0.1712	6.0387	0.1546
9	180.0000	19.4521	0.1899	28.3573	0.2018	25.3343	0.1974	8.9558	0.1761
10	200.0000	25.2784	0.2155	37.2656	0.2300	32.9806	0.2249	12.8942	0.1996
11	220.0000	32.3217	0.2423	46.9677	0.2594	42.1126	0.2539	18.1704	0.2247
12	240.0000	40.8184	0.2706	58.1182	0.2900	52.8728	0.2842	23.2224	0.2518
13	260.0000	51.0637	0.3004	70.7140	0.3218	65.3524	0.3159	34.6595	0.2815
14	280.0000	63.4231	0.3320	84.6777	0.3536	79.5584	0.3485	47.3062	0.3144
15	300.0000	78.3400	0.3655	99.8514	0.3861	95.3554	0.3819	64.1641	0.3516
16	320.0000	96.3304	0.4010	116.0095	0.4187	112.5042	0.4156	86.0836	0.3912
17	340.0000	117.9469	0.4385	132.8617	0.4510	130.6351	0.4492	112.9421	0.4342
18	360.0000	143.6883	0.4779	150.1233	0.4829	149.3251	0.4823	142.9213	0.4775
19	380.0000	172.7563	0.5178	167.5044	0.5140	168.1549	0.5149	173.2422	0.5181
20	400.0000	198.1346	0.5532	184.7510	0.5443	186.7567	0.5457	201.7459	0.5535
21	420.0000	219.8529	0.5850	201.6512	0.5737	204.8383	0.5757	227.4379	0.5895
22	440.0000	238.8382	0.6143	218.0371	0.6021	222.1855	0.6036	250.1076	0.6206
23	460.0000	255.6444	0.6418	233.7808	0.6296	238.6523	0.6324	269.8936	0.6492
24	480.0000	270.6347	0.6678	248.7880	0.6563	254.1163	0.6592	287.0479	0.6758
25	500.0000	284.0632	0.6926	262.9992	0.6821	268.6142	0.6850	301.8387	0.7010
26	520.0000	296.1137	0.7165	276.3432	0.7070	282.0306	0.7098	314.5165	0.7248
27	540.0000	306.9336	0.7396	288.8115	0.7313	294.3883	0.7339	325.3067	0.7475
28	560.0000	316.6270	0.7621	300.3746	0.7549	305.6928	0.7573	334.4105	0.7695
29	580.0000	325.2843	0.7839	311.0187	0.7778	315.9570	0.7800	342.0086	0.7907
30	600.0000	332.9772	0.8053	320.7350	0.8002	325.1992	0.8021	348.2653	0.8119
31	620.0000	339.7654	0.8262	329.5184	0.8221	333.4403	0.8237	353.3320	0.8314
32	640.0000	345.6994	0.8467	337.3664	0.8434	340.7035	0.8448	357.3500	0.8511
33	660.0000	350.8221	0.8668	344.2783	0.8643	347.0128	0.8654	360.4526	0.8704
34	680.0000	355.1711	0.8867	350.2546	0.8848	352.3932	0.8856	362.7667	0.8899
35	700.0000	358.7792	0.9062	355.2971	0.9049	356.8705	0.9055	364.4140	0.9082
36	720.0000	361.6761	0.9254	359.4088	0.9246	360.4709	0.9250	365.5122	0.9268
37	740.0000	363.8884	0.9444	362.5939	0.9440	363.2215	0.9442	366.1752	0.9452
38	760.0000	365.4409	0.9632	364.8581	0.9630	365.1501	0.9631	366.5146	0.9634
39	780.0000	366.3565	0.9817	366.2093	0.9816	366.2854	0.9817	366.6393	0.9818
40	800.0000	366.6571	1.0000	366.6571	1.0000	366.6571	1.0000	366.6571	1.0000

	x	y	k	y	k	y	k
1	20.0000	0.0124	0.0182	0.1877	0.0185	0.0131	0.0186
2	40.0000	0.0979	0.0365	0.7747	0.0375	0.1060	0.0365
3	60.0000	0.3289	0.0551	1.8024	0.0571	0.3636	0.0551
4	80.0000	0.7799	0.0739	3.3214	0.0774	0.8826	0.0710
5	100.0000	1.5319	0.0931	5.3937	0.0985	1.7802	0.0935
6	120.0000	2.6770	0.1125	8.0955	0.1204	3.2026	0.1137
7	140.0000	4.3247	0.1334	11.5211	0.1432	5.2695	0.1347
8	160.0000	6.6027	0.1548	15.7884	0.1670	8.0861	0.1568
9	180.0000	9.7037	0.1772	21.0454	0.1920	11.7866	0.1796
10	200.0000	13.8316	0.2008	27.4791	0.2182	16.5463	0.2044
11	220.0000	19.2957	0.2261	35.3269	0.2459	22.5960	0.2303
12	240.0000	26.5095	0.2534	44.8916	0.2753	30.2448	0.2580
13	260.0000	36.0405	0.2832	56.5574	0.3065	39.9113	0.2877
14	280.0000	48.6516	0.3139	70.6774	0.3396	52.1679	0.3199
15	300.0000	65.2754	0.3522	87.2730	0.3743	67.7980	0.3548
16	320.0000	86.7601	0.3920	106.0657	0.4099	87.8525	0.3930
17	340.0000	113.1643	0.4344	126.4988	0.4458	113.3614	0.4346
18	360.0000	142.9336	0.4773	147.8421	0.4811	142.9387	0.4773
19	380.0000	173.2360	0.5181	169.3552	0.5153	173.2337	0.5181
20	400.0000	201.6125	0.5555	190.4163	0.5481	201.5113	0.5554
21	420.0000	227.0233	0.5893	210.5734	0.5793	226.4960	0.5890
22	440.0000	249.3534	0.6202	229.5330	0.6090	247.9222	0.6199
23	460.0000	268.8227	0.6487	247.1227	0.6372	266.3153	0.6474
24	480.0000	285.7278	0.6752	263.2525	0.6640	282.2987	0.6738
25	500.0000	300.3543	0.7003	277.8840	0.6896	296.2783	0.6983
26	520.0000	312.9548	0.7241	291.0154	0.7142	308.5352	0.7222
27	540.0000	323.7479	0.7469	302.7434	0.7378	319.2733	0.7450
28	560.0000	332.9230	0.7689	313.2088	0.7606	328.6464	0.7671
29	580.0000	340.6168	0.7901	322.5236	0.7828	336.7742	0.7886
30	600.0000	347.0684	0.8108	330.7772	0.8044	343.7523	0.8095
31	620.0000	352.3241	0.8310	338.0426	0.8255	349.6588	0.8300
32	640.0000	356.5404	0.8508	344.3804	0.8462	354.5591	0.8500
33	660.0000	359.8374	0.8702	349.8418	0.8665	358.5088	0.8697
34	680.0000	362.3301	0.8893	354.4708	0.8864	361.5563	0.8890
35	700.0000	364.1308	0.9081	358.3059	0.9060	363.7466	0.9080
36	720.0000	365.3503	0.9267	361.3809	0.9253	365.1848	0.9267
37	740.0000	366.0992	0.9452	363.7265	0.9444	366.0416	0.9452
38	760.0000	366.4896	0.9635	365.3707	0.9631	366.4758	0.9635
39	780.0000	366.6358	0.9818	366.3394	0.9817	366.6345	0.9818
40	800.0000	366.6571	1.0000	366.6571	1.0000	366.6571	1.0000

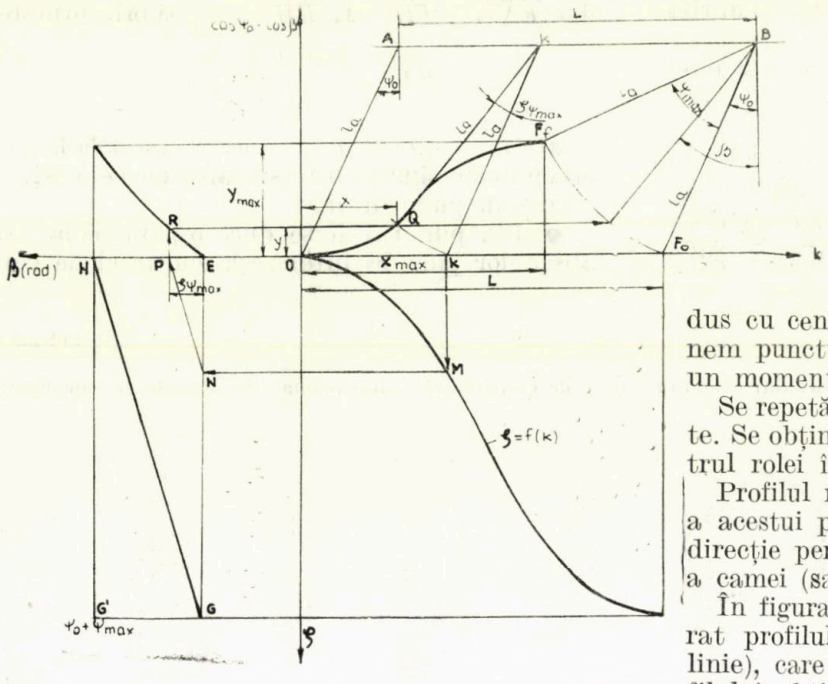


Fig. 8. Nomogramă pentru determinarea profilului camei

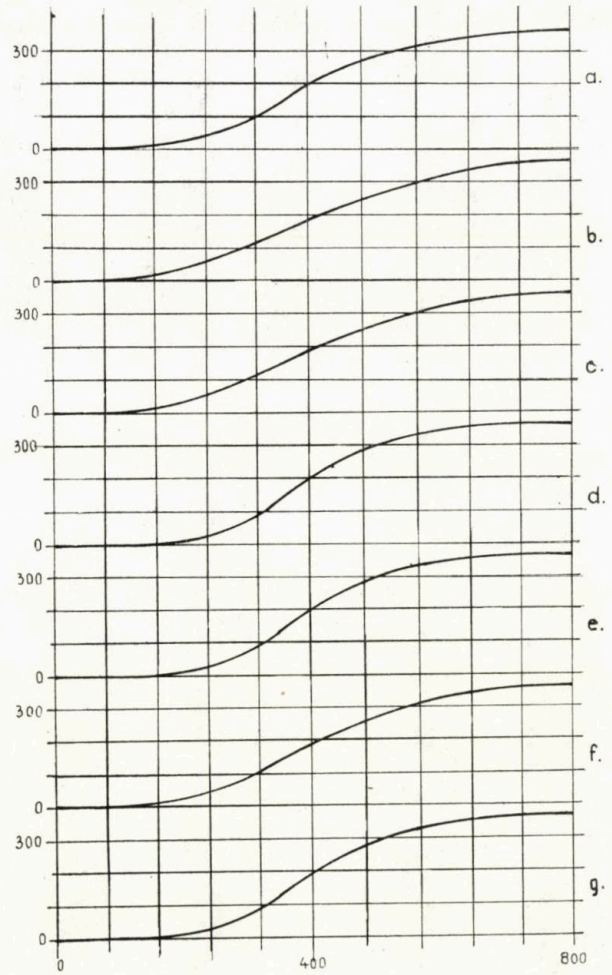


Fig. 9. Profiluri de camă trasate de calculator pentru diferite forme ale diagramei de accelerație

a — parabolică; *b* — liniar descrescătoare; *c* — cosinusoidală; *d* — sinusoidală; *e* — sinusoidală aplatizată; *f* — trapez dreptunghic; *g* — trapez isoscel

dus cu centrul în $K \in \overline{AB}$ și de rază l_a, obținem punctul Q ce va marca centrul rolei la un moment dat.

Se repetă construcția pentru mai multe puncte. Se obține în final traiectoria descrisă de centrul rolei în timpul deschiderii-închiderii ușii.

Profilul real se va obține printr-o translație a acestui profil pe distanța R (raza rolei) pe direcție perpendiculară la direcția de deplasare camei (saniei).

În figura 8, pentru exemplificare, este figurat profilul camei parabolice (tab. 3, prima linie), care este mulțumitor de apropiată profilului obținut cu calculatorul (fig. 7, primul profil de sus).

CONCLUZII

1. Metoda de sinteză cu coeficienți adimensionali este o metodă generală, cu ea se poate sintetiza profilul camei corespunzător oricărei legi de mișcare cerută la tachet.

2. Metoda de sinteză cu coeficienți adimensionali se pretează ușor pentru a fi transformată într-un limbaj pentru calculator. Odată pus la punct, programul are caracter general, putîndu-se sintetiza porice profil de camă, schimbînd doar funcțiile $\zeta(k)$, $\delta(k)$ și $\xi(k)$ care trebuie să fie corespunzătoare legilor mișcării cerute tachetului.

3. Dintre legile de mișcare evidențiate în tabelul 3 le considerăm mai adecvate pe cele la care accelerația variază sinusoidal și aproximativ sinusoidal, precum și legea la care variația accelerației are forma de trapez isoscel (tab. 2). Pentru aceste legi, accelerația are valori nule la extremele și mijlocul intervalului de deschidere (închidere) și prin urmare lipsesc șocurile în aceste poziții.

4. Pentru calcule rapide se poate folosi nomograma din figura 8, rezultatele obținute fiind în limita erorilor permise.

5. Metoda coeficienților adimensionali permite implicarea unghiului de presiune θ în determinarea dimensiunilor de bază ale camei, cînd acestea nu sînt impuse constructiv (relația 43), ceea ce reprezintă un avantaj deloc neglijabil.

Bibliografie

[1] Zamfir, V. *Un nou procedeu și instalație pentru deschiderea automată alternativă a ușilor podurilor de siguranță din puțurile de mină în săpare*, Revista Mine, Petrol, Gaze, nr. 3/1985.

[2] Tutunaru, C. *Teoria mecanismelor și a mașinilor. Mecanisme cu came*. Ed. tehnică, București, 1959.

[3] Beleţki, Ia. V. *Rasciot mehanizmov maşinavtomatov pişcevih proizvodstv*. Vissaia Şcola, Kiev, 1974.

PENTRU CARIERELE CU CONDIȚII DEOSEBIT DE DIFICILE FOLOSIȚI EXCAVATOARELE SOVIETICE

TIP EKG

EFICIENȚĂ MAXIMĂ ÎN TERENURILE STÎNCOASE!

Caracteristicile tehnice ale excavatoarelor

	EKG–5A	EKG–8I	EKG–12,5
Capacitatea cupei, m^3	5	8	12,5
Durata unui ciclu (încărcarea cupei, unghiul de rotație 90°), s	23	26	28
Puterea motorului, kW	250	520	1 250
Tensiunea, V	6 000/3 000	6 000/3 000	6 000

MACHINOEXPORT

USSR MOSCOW 117330 MOSCOW V-330 MACHINOEXPORT

☎ 147-15-42, 143-84-68 411207, 411242 MCHEX SU

66

7025 NOV 2 2

SALINA OCNA DEJ LIVREAZA BENEFICIARILOR INTERNI SI EXTERNI:

- SARE BULGARI: 3-50 kg; 0-50 kg;
- SARE IN VRAC (industrială) cu granulaţie 0-2; 0-10; 2-15 mm;
- SARE AMBALATA în saci (de hîrtie şi polietilenă) de cîte 50 kg;
- SARE MARUNTA: 0-2 mm, 99 % NaCl;
- SARE MARUNTA IODATA: 0-2 mm, 99 % NaCl;
- SARE FINA: 0,1-1 mm, 99,2 % NaCl;
- SARE AMBALATA în pungi de polietilenă iodată de cîte 1 kg;

EXECUTA:

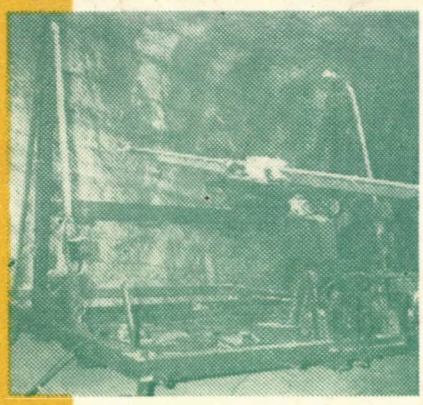
INSTALATII DE PERFORARE PENTRU MINELE DE SARE TIP RADA DEJ I-II-III

- puterea instalată: 7,5 kW;
- puterea absorbită: • pentru rotire 3 kW;
  • pentru avans 1 kW;
- tensiunea de alimentare: 380 V, 50 Hz;
- tensiunea de comandă: 24 V c.a.;
- viteza de perforare: 0-3,5 m/min;
- viteza de retragere a burghiului: 18-33 m/min;
- se poate perfora în orice direcţie;
- dimensiunile frontului de lucru ce se perforează din trei poziţii:
  • laţime: 3.000 mm - nelimitat;
  • înalţime: 2.500 mm - 12.000 mm;
- capacitatea de lucru: 4.000 t sare/zi.

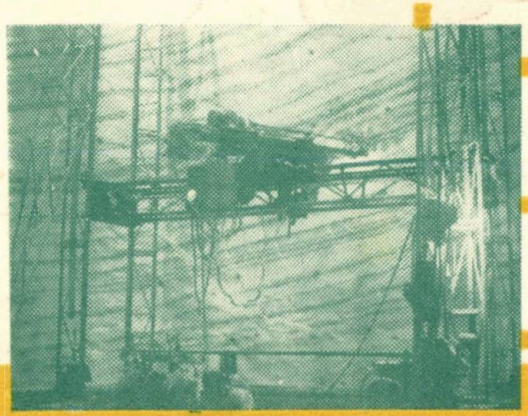
Instalaţiile sînt omologate şi folosite la toate minele de sare din ţară.

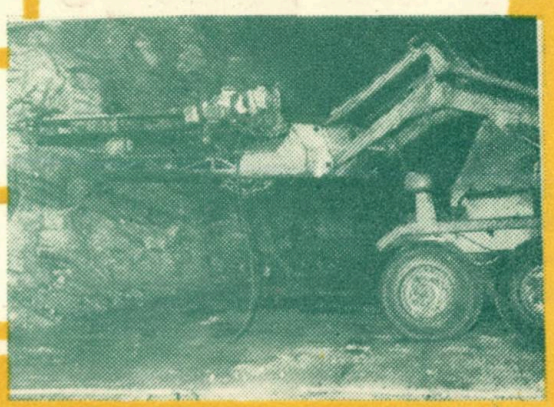
Machetele funcţionale au fost prezentate la expoziţii şi tîrguri din ţară şi străinătate.

INTREPRINDEREA SALINA OCNA DEJ
Jud. CLUJ, str. SALINEI nr. 6, cod 4651
Telefon 13206, 12173.



SALINA OCNA DEJ





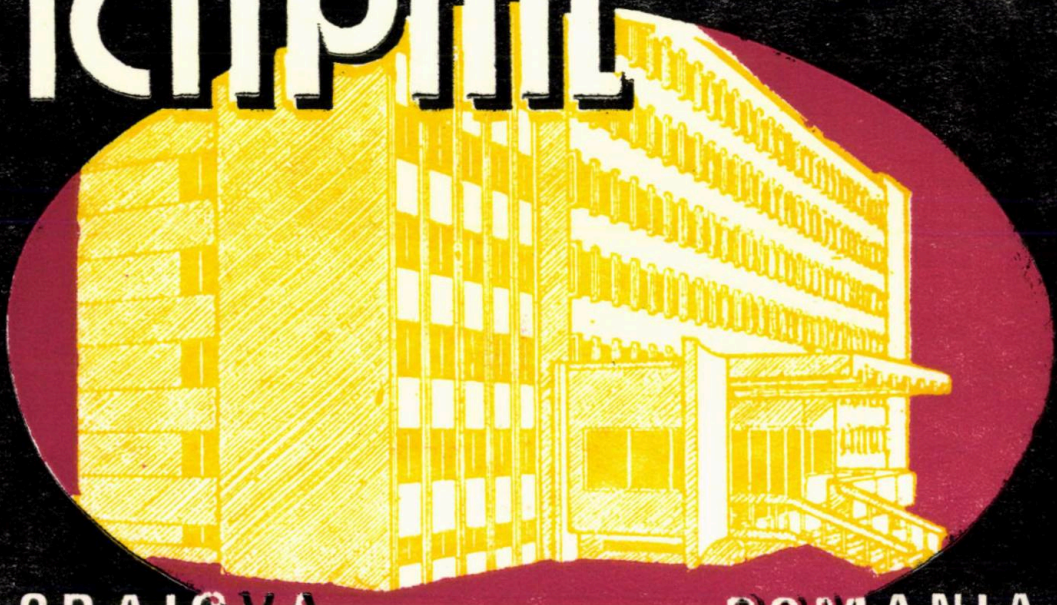
E 1445

MINE PETROL GAZE

BUCUREȘTI - ROMÂNIA * Vol. 36, decembrie 1985

12

ICITPML



CRAIOVA ROMANIA

Str. Unirii 139

OFFRE:

- Consultations techniques et expertises dans le domaine de l'exploitation à ciel ouvert, de la construction des mines pour des charbons énergétiques, l'assèchement des gisements.
- Etudes de faisabilité, recherches technologiques et projets pour la valorisation des gisements de charbon énergétiques.
- Etudes de faisabilité, recherches technologiques et projets pour l'exploitation à ciel ouvert et l'assèchement des gisements.
- Technologies et projection pour l'excavation et le transport dans les exploitations à ciel ouvert.
- Projets pour des travaux d'art, constructions civiles et industrielles, projets d'organisation des chantiers miniers.
- Etudes et recherches géotechniques et sur la mécanique des roches.

MINE, PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR ŞI MINISTERULUI PETROLULUI

ANUL XXXVI

Nr. 12 1985

CUPRINS

Gâf-Deac, I. **Noţiuni despre loviturile de mină şi stadiul actual de cunoaştere a fenomenului** 649

Zamfir, V., Bolog, C., Andraş, I. **Proiectarea mecanismului pentru deschiderea-închiderea automată alternativă a uşilor podurilor de siguranţă din puţurile de mină în săpare** (III) 652

Cozma, St. **Dirijarea presiunii miniere la exploatarea zăcămintelor extrem de tectonizate din bazinul minier Borşa — Vişeu** 659

Orbocea Marioara, Barus, T. **Prezenţa unor faciesuri îndulcite ale Sarmaţianului în partea de nord-est a Depresiunii getice şi importanţa lor economică** 664

Pavel, A. **Gheaţa şi acţiunea ei distructivă în componentele instalaţiilor tehnologice** (II) 669

Zarubin, I.A., Pârcălăbescu, I.D. **Asupra mecanismului autoaprinderii ţiţeiului în combustia subterană** 678

Mârza, I., Niţă, P. **O nouă viziune promovată de tectonica globală, pentru explicarea originii maselor mari de halogenuri, cu referire la Depresiunea Transilvaniei** 682

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. **VASILE SCRIPĂŢ**, *preşedinte* ; dr. ing. **GHEORGHE ALDEA** ; ing. **ŞTEFAN BENEA** ; dr. geol. **IOSIF BERCIA** ; ing. **TEODOR BORU** ; dr. ing. **GHEORGHE DONŢOV DANU** ; dr. ing. **IANCU GEANGĂLĂ** ; dr. ing. **FLOREA NEAGU** ; ing. **NICOLAE PANTILIE** ; **ELENA VRÂNCEANU**, *redactor*

REZUMATE

C.Z. 622.831.32 : 622.33

G â f-D e a c, I. *Noţiuni despre loviturile de mină şi stadiul actual de cunoaştere a fenomenului*

În acest articol se prezintă fenomenul loviturilor de mină în diferite ţări şi se emite ideea că, pe măsura intensificării activităţii carbonifere din ţara noastră, concomitent cu îngreunarea condiţiilor geologico-miniere, fenomenul este posibil să-şi facă apariţia.

Lupta împotriva acestora, complexele de măsuri teoretice şi practice pot oferi un grad de apreciere şi evitare a rezultatelor nedorite.

Sînt prezentate şi cîteva noţiuni elementare, clasificări ale fenomenului, explicarea şi compararea lui ca intensitate, în vederea evitării acestor accidente de teren în subteran. Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 12, 1985

C.Z. 622.251 : 658.512.2 : 65.011.56

Z a m f i r, V., B o l o g, C., A n d r a ş, I. *Proiectarea mecanismului pentru închiderea-deschiderea automată alternativă a uşilor podurilor de siguranţă din puţurile de mină în săpare* (III)

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 12, 1985

C.Z. 622.834 : 622.36 : 622.831.32

C o z m a, S t. *Dirijarea presiunii miniere la exploatarea zăcămintelor extrem de tectonizate din bazinul minier Borşa — Vişeu*

La exploatarea zăcămintelor de minereuri neferoase din Borşa — Maramureş, se folosesc metode cu surpare. Lucrarea corelează elementele de tectonică cu pasul de prăbuşire în vederea obţinerii unor rezultate bune la dirijarea presiunii miniere şi pentru evitarea unor loviturii de acoperiş.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 12, 1985

C.Z. 552.57 : 551.8

O r b o c e a M a r i o a r a, B a r u s, T. *Prezenţa unor faciesuri îndulcite ale Sarmaţianului în partea de nord-est a Depresiunii getice şi importanţa lor economică*

Prin studiul detaliat lito- şi biostratigrafic s-au pus în evidenţă în depozitele sarmaţiene cuprinse între V. Olteţului şi V. Oltului unele episoade cu apă mai îndulcită, care se pot urmări pe întregul areal. Ele au condus la descifrarea condiţiilor paleogeografice şi la înţelegerea posibilităţilor de formare a depozitelor sarmaţiene purtătoare de cărbuni.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 12, 1985

C.Z. 551.34 : 622.692.4

P a v e l, A. *Gheaţa şi acţiunea ei distructivă în componentele instalaţiilor tehnologice (II)*

Se analizează trei cazuri reprezentative de avarii survenite — ca efect al acţiunii distructive a gheţii — la mantaua unui rezervor sferic, la tubulatura ramificaţiei blindate a unei conducte tehnologice şi la reazemul chesonat al unui vas tehnologic de faclă rece. Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 12, 1985

C.Z. 622.276

Z a r u b i n, I. A., P â r c ă l ă b e s c u, I. D. *Asupra mecanismului autoaprinderii ţiţeiului în combustia subterană*

S-a elaborat un model termodinamic care pune în evidenţă mecanismul autoaprinderii ţiţeiului în procesul de combustie subterană. Datele din experimentele de laborator şi din practica exploatării sînt concordante cu concluziile eoretice ale modelului propus. Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 12, 1985
t

C.Z. 551.24 : 553.63

M â r z a, I., N i ţ ă, P. *O nouă viziune promovată de tectonica globală, pentru explicarea originii maselor mari de halogenuri, cu referire la Depresiunea Transilvaniei*

Se prezintă o nouă ipoteză promovată de tectonica globală, menită să explice unele concentraţii masive de halogenuri din trecutul geologic, dar şi actuale, ipoteza exhalativ-vulcanogenă, şi avansăm spre reflectare (şi studiu), aplicabilitatea acesteia în cazul sărurilor din Depresiunea Transilvaniei, a cărei evoluţie geologică oferă unele raţionamente privitoare la posibila participare a soluţiilor hipogene la geneza şi concentrarea sării.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 12, 1985

CONTENTS

C.Z. 622.831.32.622.33

Gâf-Deac, I. *Basics about mine rock bursts and the present stage knowledge on the subject*

The article presents the phenomenon of mine rock, bursts in different countries and the idea is sustained that based on the development of coal minig in our country and the more and more complicated geological and mining conditions, this phenomenon is likely to occur. In fighting the rock bursts complex theoretical and practical steps may offer a certain capability of prediction and the prevention of undesired consequences. A few basic concepts and classifications of the phenomenon are presented together with its explanation and comparison of different intensities, in order to avoid accidents underground.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 12, 1985

C.Z. 622.251 : 658.512.2 : 65.011.56

Zamfir, V., Balog, C., Andraş, I. *The design of a mechanism for the automatic alternative opening and closing of the safety platform doors of sinking mine shafts* (III)

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 12, 1985

C.Z. 622.824 : 622.36 : 622.831.32

Cozma, St. *Rock pressure control in mining very disturbed deposits in the Borşa-Vişeu basin*

In mining the non-ferrous ore deposits from the Borşa Maramureş basin caving methods are applied. The paper co-relates the tectonic elements with the caving rate to obtain better results in controlling the rock pressure and to prevent roof breaks.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 12, 1985

C.Z. 552.57 : 551.8

Orbocea Marioara, Barus, T. *The occurence of some sweet-water Sarmatian facieses in the North-Eastern Getic Depression and their economical importance*

The detailed litho – and biostratigraphical investigations outlined the Sarmatian deposits located between the valleys of Oltet and Olt, with some more recent sweet-water episodes, which can be followed all over the area. They helped at deciphering the paleogeographical conditions and the understanding of the formation possibilities of the coal-bearing Sarmatian deposits.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 12, 1985

C.Z. 551.34 : 622.692.4

Pavel, A. *Ice and its destructive action against processing plant components (II)*

Three typical failure cases are investigated. They are all caused by the destructive action of ice and occured at the coating of a ball thank, at the armoured branching tubes of a process pipeline and at the caissoned support of a cold flame process vessel.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 12, 1985

C.Z. 622.276

Zarubin, I. A., Pârcălăbescu, I. D. *About the mechanism of the crude oil self-ignition in the underground combustion*

A thermo-dynamic model was worked out to present the mechanism of the crude oil self-ignition in the underground combustion The lab experimental data and the ones furnished by operational practice are in compliance with the theoretical conclusion of the proposed model.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 12, 1985

C.Z. 553.78 : 658.512.2

Mârza, I., Niţă, P. *A new vision promoted by the global tectonics in order to explain the origin of large masses of halogenides with reference to the Transylvanian Depression.*

The authors present a new hypothesis promoted by the global tectonics, which aims at explaining certain massive concentrations of halogenides from the geological past and present, and is called the exhalative-vulcanogene hypothesis. The authors consider its applicability in the case of the salts from the Transylvanian Depression whose geological evolution offers the basis for some reasonings regarding the gossible participation of the hypogene solutions at the salt genesis and concentration.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 12, 1985

СОДЕРЖАНИЕ

C.Z. 622.831.32 : 622.33

Гыф-Деак, И. *Понятия о горных ударах и современная стадия знания этого явления*

В этой работе предъявляется явление горных ударов в разных странах и предполагается, что с интенсификацией угольной деятельности в нашей стране, одновременно с осложнением горно-геологических условий, возможно появление этого явления. Борьба с горными ударами, комплекс теоретических и практических мероприятий могут способствовать оценке и избежанию нежелательных результатов. Дано и несколько элементарных понятий, выяснений явления, объяснение и его сравнение по интенсивности, ввиду избежания горных ударов в шахте.

Ключевые слова: горные удары, осложнение горногеологических условий, борьба, мероприятия, оценка, избежание.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 12, 1985

C.Z. 622.251 : 658 : 572.2 : 65.011.56

Замфир, В., Болог, К., Андраш, И. *Проектирование механизма для автоматического последовательного открытия-закрытия дверей предохранительных мостов в шахтных стволах в проходке (III)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 12, 1985

C.Z. 622.834 : 622.36 : 622.831.32

Козма, Ст. *Управление горным давлением при разработке сильно разрушенных месторождений в угольном бассейне Борша — Вишеу*

При разработке месторождений цветных металлов Борша—Марамуреш, используются методы с обрушением. Работа соотношает сбросовые элементы с шагом обрушения в виду получения хороших результатов при управлении горным давлением и для избежания некоторых горных ударов.

Ключевые слова: горное давление, разрушенные месторождения, угольный бассейн Борша — Вишеу, метод с обрушением, результаты.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 12, 1985

C.Z. 552.57 : 551.8

Орбоча Марioара, Барус, Т. *Наличие смягченных сарматских фаций в северно-восточной части Гетской впадины и их экономическое значение*

Подробным лито- и биостратиграфическим изучением выявлены в сарматских отложениях в пределах Долина Ольта и Ольтеца некоторые районы с смягчанной водой, которые существуют по всему ареалу. Эти способствовали выявлению палеогеографических условий и понятию возможностей образования угленосных сарматских отложений.

Ключевые слова: сарматские фации, Гетская впадина, Долина Ольта, полеогеографические условия, угленосные отложения.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 12, 1985

C.Z. 551.34 : 622.692.4

Павел, А. *Лёд и его диструктивное действие на узлы технологических установок* (II)

Изучены три представляющих аварийнных случая — эффектом диструктивного действия лёда — на футеровке сферического резервуара, на бронированное ответвление технологического трубопровода и на опоре с кессоном технологического бака холодного факла.

Ключевые слова: лёд, диструктивное действие, аврийнные случаи, футеровка, ответвление, опора.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 12, 1985

C.Z. 622.276

Зарубин, И. А., Пыркэлэбеску, И. Д. *О механизме самовозгорания нефти при подземном сжигании*

Разработана термодинамическая модель, выявляющая механизм самовозгорания нефти в процессе подземного сжигания. Экспериментальные данные полученные в лаборатории и в практике эксплуатации соответствуют теоретическим заключениям предложнной модели.

Ключевые слова: самовозгорание, нефть, подземное сжигание, модель.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 12, 1985

C.Z. 551.24 : 553.63

Мырза, И., Ницэ, П. *Новая концепция глобальной тектоники для объяснения происхождения больших масс галоидов применительно к Впадине Трансильвании*

Представлен новый гипотез глобальной тектоники для объяснения больших концентраций геологического прошлого и настоящего — екгалатив-вулканогенный гипотез — и представляем для изучения возможности применения этого для солей Впадины Трансилвании, геологическая эволюция которой приводит к предположению участия гипогенных растворов в генезисе и сосредоточения соли.

Ключевые слова: глобальная тектоника, новый гипотез, галоиды, Впадина Трансильвании.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 12, 1985

SOMMAIRE

C.Z. 622.831.32 : 622.33

Gâf-Deac, I. *Notions concernant les coups de mine et le stade actuel de connaissance du phénomène*

On présente dans l'article le phénomène des coups de mine dans de différents pays et on formule l'idée que, à mesure que l'activité carbonifère de notre pays s'intensifie, parallèlement avec l'entravement des conditions géologiques-minières, le phénomène est succéptible de faire son apparition. La lutte contre celui-ci, les mesures théoriques et pratiques peuvent offrir un degré d'appréciation et d'évitement des résultats indésirables. On présente aussi quelques notions élémentaires, des classifications du phénomène, l'explication et la comparaison de celui-ci du point de vue de l'intensité en vue de l'évitement de ces accidents de terrain dans le souterrain.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 12, 1985

C.Z. 622.251 : 658 : 572.2 : 65.011.56

Zamfir V., Bolog, C., Andraş, I. *Projéction du mécanisme pour l'ouverture fermeture automatique altérnative des portes des plateformes de sureté des puits de mine en fonçage* (III)

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 12, 1985

C.Z. 622.834 : 622.36 : 622.831.32

Cozma, St. *La conduite de la pression minière dans l'exploitation des gisements extrémement tectonisés du bassin minier Borşa-Vişeu*

L'exploitation des gisements de minerais non-ferreux de Borşa-Maramureş est accomplie par des méthodes d'éboulement. L'ouvrage fait la corrélation entre les éléments de tectonique et le pas de foudroyage en vue d'obtenir des résultats adéquats dans la conduite de la pression minière et en vue de l'évitement des coups de toit.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 12, 1985

C.Z. 552.57 : 551.8

Orbocea, Marioara, Barus, T. *Sur la présence de quelques faciès sarmatiens adoucies dans le nord-est de la Dépression Gétique et leur importance économique*

Par l'étude litho et biostratigraphique détaillée des dépôts sarmatiens situés entre les vallées de l'Olteţ et de l'Olt, on a mis en évidence quelques épisodes d'eau plus adoucie, qu'on peut suivre sur toute cette surface. Ils ont permis de déchiffrer les conditions paléogéographiques et d'établir les possibilités de la naissance des formations sarmatiennes à charbon.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 12, 1985

C.Z. 551.34 : 622.692.4

Pavel, A. *La glace et son action déstructive dans les composants des installations technologiques* (II)

On analyse trois cas d'avaries survenues comme effet de l'action déstructive de la glace — au manteau d'un réservoir sphérique, à la tubulure de la ramification blindée d'une conduite technologique et à l'aboutement caissonné d'un vaisseau technologique de torche froide.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 12, 1985

C.Z. 622.276

Zarubin, I.A., Pârcălăbescu, I.D. *Sur le mécanisme de l'inflammation de l'huile dans la combustion souterraine*

On a élaboré un modèle thermodynamique qui met en évidence le mécanisme de l'inflammation de l'huile dans le processus de combustion souterraine. Les dates des experiments de laboratoire et de la pratique de l'exploitation concordent avec les conclusions théoriques du modèle proposé.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 12, 1985

C.Z. 551.24 : 553.63

Mârza, I., Niţă, P. *Une nouvelle vision promue par la tectonique globale pour l'explication de l'origine des grandes masses de halogènes, avec référence à la Dépression Transylvane*

On présente une nouvelle hypothèse promue par la tectonique globale, l'hypothèse exhalative-volcanogène, déstinée à expliquer quelques concentrations massives de halogènes du passé géologique, mais aussi du présent, et on propose comme sujet de reflection (et d'étude) l'applicabilité de celle-ci dans le cas des sels de la Dépression Transylvane dont l'évolution géologique offre quelques raisonnements concernant la participation possible des sollutions hypogènes à la genèse et à la concentration du sel.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 12, 1985

INHALT

C.Z. 622.831.32 : 622.33

Gâf-Deac, I. *Begriffe über die Bergschläge und den gegenwärtigen Kenntnisstand dieser Erscheinung*

Vorgestellt wird die Erscheinung der Bergschläge in verschiedenen Ländern und die Meinung wird geäussert dass auf Grund der Intensivierung der Kohlentätigkeit in unserem Lande, gleichzeitig mit der Erschwerung der bergmännischen und geologischen Verhältnisse es möglich ist dass diese Erscheinung auch bei uns auftreten kann. Vorgestellt werden auch einige Grundbegriffe, Klassifizierungen, die Erläuterung der Erscheinung, der Vergleich von Bergschlägen verschiedener Stärken, mit dem Zweck der Vermeidung solcher Ereignisse untertage.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 12, 1985

C.Z. 622.251 : 658.512.2 : 65.011.56

Zamfir, V., Bolog, C., Andraş, I. *Die Projektierung des Mechanismus für das wechselnde Aus- und Zumachen der Sicherheitsbühnentüren der abteufenden Grubenschächten (III)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 12, 1985

C.Z. 622.834 : 622.36 : 622.831.32

Cozma, St. *Steuerung des Gebigsdruckes in dem Abbau stark tektonisierten Lagerstätten in dem Bergbaurevier Borşa-Vişeu*

In dem Abbau von nicht-eisenen Erzlagerstätten aus Borşa-Maramuresch werden Bruchverfahren angewendet. Die Arbeit korreliert die tektonischen Elemente mit dem Bruchschritt, zwecks der Erreichung bester Ergebnisse in der Steuerung des Gebigsdruckes und der Vermeidung von Bergschlägen.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 12, 1985

C.Z. 552.57 : 551.8

Orbocea Marioara, Barus, T. *Das Auftreten von sarmatischen Süsswasser — Fazies in den nord-ostliche gotischen Depression und ihre wirtschaftlichen Bedeutung*

Die detaillierten litho-biostratigraphischen Untersuchungen haben in den sarmatischen Lagerstätten zwischen dem Oltet Tal und dem Olt Tal einige Süsswasserepisode ausgezeichnet, welche auf dem ganzen Bereich verfolgt werden können. Sie haben zu der Entzipherung der paläogeographischen Verhältnisse und zu dem Verstand der Bildungsmöglichkeiten der kohlenführenden sarmatischen Lagerstätten geführt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 12, 1985

C.Z. 551.34 : 622.692.4

Pavel, A. *Der Eis und seine destruktive Wirkung auf die Komponenten der technologischen Anlagen (II)*

Vorgestellt werden drei typischen Havariefälle, welche als Folge der destruktiven Wirkung des Eises an dem Mantel eines Kugelbehälters, an der Röhre der gepanzerten Abzweigung einer technologischen Rohrleitung und an der Kastenstütze eines technologischen Kaltflammenbehälter. auftreten.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 12, 1985

C.Z. 622.276

Zarubin, I. A., Pârcălăbescu, I. D. *Über den Selbstentzündungsmechanismus des Erdöls in der untertägigen Verbrennung*

Ein thermodynamisches Modell wurde erarbeitet, welches den Selbstentzündungsmechanismus der Erdöls in der untertägigen Verbrennung darstellt. Die aus den Laborexperimenten und der Ausbeutungspraxis resultierenden Angaben stimmen mit den theoretischen Folgerungen des vorgeschlagenen Modells überein.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 12, 1985

C.Z. 551.24 : 553.63

Mârza, I., Niţă, P. *Eine neue Vision der globalen Tektonik in der Erläuterung der Herkunft von grossen Massen von Halogeniden mit Bezug auf der transylvanischen Depression*

Vorgestellt wird eine neue Theorie der globalen Tektonik, welche einige massiven Halogenidkonzentrationen aus der geologischen Vergangenheit sowie gegenwärtig erläutert. Das ist die exhalativ-vulkanogene Theorie mit Anwendbarkeit im Falle der Salze aus der transylvanischen Depression deren geologischen Entwicklung einige Gründe für die mögliche Teilnahme der hypogen Lösungen an die Salzentstehung und — konzentration anbietet.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 36, nr. 12, 1985

Noţiuni despre loviturile de mină şi stadiul actual de cunoaştere a fenomenului

Ing. I. Gâf-Deac
Întreprinderea minieră Lupeni

I. Aspecte generale

Datorită diferenţei de mediu între zăcămintele de cărbuni şi rocile înconjurătoare, se remarcă deosebiri ale proprietăţilor fizico-mecanice, precum şi o interacţiune de coexistenţă proprie celor două domenii.

În ansamblu, se pot face următoarele aprecieri :

a — se acceptă realitatea că există cele două domenii *zăcămînt* şi *roci înconjurătoare* care, împreună, formează un sistem stabil-relativ ca existenţă naturală şi instabil-relativ cînd intervine activitatea de exploatare ;

b — proprietăţile fizico-mecanice ale zăcămîntului sînt diferite de cele ale rocilor înconjurătoare ;

c — elementele geometrice ale zăcămîntului, de regulă, sînt dimensional şi convenţional mai reduse decît ale rocilor înconjurătoare ;

d — zăcămîntul este de obicei generator şi purtător de gaze care implică un regim gazodinamic caracteristic ;

e — adîncimea la care se găseşte zăcămîntul de cărbuni cantonat în rocile înconjurătoare are consecinţe privind starea altor regimuri : al presiunilor şi tensiunilor, hidrologic, gazodinamic, precum şi în alcătuirea propriu-zisă a cărbunelui, ai cărui componenţi diferă uneori de cei caracteristici zonei mai apropiate de suprafaţă ;

f — în mod cert, între zăcămînt şi rocile înconjurătoare există o dependenţă care generează situaţii particulare de manifestare în timpul exploatării.

Desigur, există şi alte condiţii specifice cum sînt : situaţiile structurale, geologice şi mai ales tectonice, generatoare de aspecte noi care dau valenţe caracteristice sistemului zăcămînt-roci înconjurătoare.

Toate acestea, intercondiţionate şi privite ca o conexiune complexă, stau la baza mai multor fenomene particulare şi greu de stăpînit în activitatea de exploatare.

Loviturile de mină sînt astfel de manifestări de şoc care au consecinţe negative în subteran. Lupta împotriva acestora, complexele de măsuri teoretice şi practice pot oferi un grad de aprecieri şi evitare a rezultatelor negative.

În ţara noastră se poate spune că zăcămintelor de cărbuni — în special de huilă cocsificabilă — fenomenul de şoc sau lovitură de mină nu le este caracteristic şi chiar actualele *Norme de protecţie a muncii pentru activitatea minieră* nu prevăd măsuri expres concrete. Totuşi, ţinînd seama de faptul că se parcurge o etapă intensă de creare a noi fronturi, inclusiv la adîncimi mari şi în zone geo-tectonice foarte complicate, este posibilă apariţia mai pregnantă, mai evidentă a acestor fenomene. Cu motivaţia de mai sus, studiul primar al loviturilor de mină este folositor şi are un profund caracter preventiv.

II. Manifestări ale loviturilor de mină în diferite ţări

Se poate spune că problema manifestării şi luptei contra loviturilor de mină are o vechime în minerit de peste 150 ani şi este departe de a fi rezolvată complet, datorită complexităţii fenomenului şi dificultăţilor tehnice deosebite pentru preîntîmpinare.

● *În U.R.S.S.*, odată cu intensificarea activităţii de exploatare a cărbunelui, problema a devenit acută cu 30—35 ani în urmă, cînd în bazinul Kizel, la unele mine, s-au manifestat 60—70 lovituri de mină. Problema luptei cu loviturile de mină este actuală în bazine ca Donetk, Kuznetk, Peciorsk, Primorsk, Soluiutinsk şi altele, în care din 178 de mine, 24 dintre cele mai productive reunesc 840 de strate predispuse fenomenului cu 725 de apariţii ale lui [1]. Stratele au o grosime cuprinsă între 0,5 şi 20 m, iar înclinările variază între 0 şi 90°, adîncimea lor de cantonare situîndu-se între 180—1 000 m.

● *În R.S. Cehoslovacă*, prima lovitură de mină atestată a fost în anul 1872, iar identificarea propriu-zisă a fenomenului a fost făcută în bazinul carbonifer Ostrava în anul 1908. Pînă în anul 1972 în acest bazin s-au manifestat 250 lovituri de mină, numărul lor fiind în creştere tot datorită amplificării activităţii de exploatare corelată cu deschiderea de noi fronturi în aceste zone care au predispoziţie la o astfel de manifestare.

● *În R.P. Polonă*, de la 45% în 1971, cît reprezenta ponderea stratelor în exploatare şi predispuse loviturilor de mină, în anul 1981 se atinge valoarea de 61—73%. Minele Szombierki, Dimitrov, Bobrek, din bazinul carbonifer al Sileziei, zona oraşului Bytom, au localizate lovituri de mină cu energii de ordinul 10^7—10^9J. În 26 de mine sînt instalate staţii seismologice de identificare şi cuantificare grafică şi informaţională a loviturilor de mină, iar 6 mine au în dotare seturi de sisteme regionale microseismologice cu percepţia fenomenului cu nivelul de energie de 10^3 J.

În aceste staţii, în perioada 1977—1982, s-au putut efectua 15 664 înregistrări de manifestări de lovituri de mină cu niveluri de energie la ordinul 10^5—10^9 J.

În aceeaşi perioadă, s-au manifestat 123 lovituri de mină cu energie de pînă la 10^3 J, iar 6 cu energie de 10^4 J. Ponderea o ocupă însă loviturile de mină de energii mai mari : 26 manifestări la putere de 10^5J, 48 la putere de 10^6J şi 36 la 10^7 J.

Apariţia loviturilor de mină de puteri mai mari are o frecvenţă mai redusă : 4 manifestări la puterea 10^8 J şi 2 manifestări cu o energie de 10^9 J.

• *În R.P. Ungară*, datorită unor manifestări puternice de deformare a masivului şi zăcămîntului în timpul exploatării, este în observaţie şi studiu predispoziţia la loviturile de mină a unor unităţi din bazinul Tatabanya. Un sistem propriu condiţiilor specifice zonei pentru prognozarea şi măsurarea acestor fenomene este în lucru şi rezultatele şi în lupta cu loviturile de mină sînt pozitive ca interpretare şi măsuri.

• *În R.S. România*

O componentă caracteristică a fenomenului se manifestă în ţara noastră prin cercetarea predispoziţiei la erupţii de gaze şi rocă, accentul principal fiind pus cauzal pe regimul gazodinamic, starea de tensiune în strat, conţinutul de gaz al acestuia, corelate cu tehnologiile de exploatare şi proprietăţile fizico-mecanice ale zăcămîntului şi rocilor înconjurătoare.

S-au stabilit cîţiva parametri măsurabili cum sînt : gradul de desorbţie, fisurarea, mişcarea seismică, viteza de cedare, conţinutul şi presiunea gazelor. În corelaţie cu gradul de tectonizare a zonei şi cu adîncimea, se cuantifică caracteristicile fenomenului.

Unele degajări instantanee ale gazului liber se întîlnesc în bazinul Valea Jiului şi în mina Anina [2].

Scurgeri de cărbune, respectiv distrugerea zăcămîntului şi rocilor înconjurătoare, s-au înregistrat la unele mine ca Petrila, Lupeni, Anina, Doman, Secul.

În anul 1956, la mina Petrila, 60 tone cărbune au fost împinse pe un taluz natural de 8 m, însoţit de migrarea metanului în concentraţie de peste 5% pe lucrări miniere de 2 200 m lungime.

La mina Lupeni, în anul 1961, în galeria de legătură puţul Ştefan — puţul nr. 10, bloc. III., oriz. 400 m, în apropierea stratelor 8—9, s-au manifestat împingeri accentuate ale rocilor şi utilajelor.

Primele semnalări de erupţii de CH_4 sînt în anul 1894, pînă în 1965 înregistrîndu-se 39, cu preponderenţă la minele Secul (17) şi Doman (22). Adîncimea de cantonare a stratelor cu astfel de predispoziţii este 300—700 m.

În mod frecvent la minele din bazinul Valea Jiului, care exploatează în special stratele 5 şi 13, s-au putut observa în practică unele aspecte caracteristice fenomenelor de lovitură de mină, aferente dirijării acoperişului. Astfel, sînt cunoscute aşa-numitele capace de acoperiş pentru stratul 5, cînd şocul determină surpări, desprinderi ale tavanului în faţa frontului sau spre spaţiul exploatat, deplasări ale echipamentelor de susţinere şi ale celorlalte utilaje din abataj.

Pentru stratul 13, se constată prăbuşirea periodică şi relativ rară a tavanului, cînd în general se manifestă şocuri, frecvente închideri chiar ale abatajului (str. 13,bl.VII mina Lupeni) şi deranjarea elementelor de susţinere. Semnale prevestitoare, zgomote şi accentuarea convergenţei au făcut deseori posibilă evacuarea şi recuperarea transportortului şi a sculelor din abataj, precum şi evacuarea personalului muncitor. Pentru stratul 13, bl. VI din mina Lupeni, în spatele susţinerii mecanizate de tip Fazos s-au construit stive din traverse de lemn de esenţă tare, pentru preluarea prin consolă a şocului.

Tot la mina Lupeni, în abatajul frontal str. 8—9, bl. IV, oriz. 400—440 m, echipat mecanizat cu susţinere Fazos, s-a observat o ciclicitate evidentă a loviturilor de acoperiş între 38—42 m avansare pe direcţie, cînd — prin prăbuşirea bruscă a bolţii din spaţiul exploatat — secţiile de susţinere au fost de 3 ori culcate, deranjate, iar înălţimea de lucru pe unele porţiuni a fost redusă la 0,8—1 m, datorită presiunilor excesive.

În anul 1975, la mina Uricani, în lucrările de deschidere amplasate în culcuşul stratului 15, oriz. 400, au avut loc fenomene de aruncare a materialului din front, împreună cu degajări de gaze. În anul 1963, în galeria de fugă din puţul Corbeni, de la complexul hidroenergetic Argeş, la 180 m adîncime, amploarea unui astfel de fenomen s-a concretizat prin aruncarea pe o lungime de 25 m a circa 400 m^3 materiale.

În studiul [3], întocmit pentru acest fenomen, se arată că procesul de distrugere a rocii şi aruncarea ei este datorat unor energii cu mult mai mari decît cea gravitaţională şi se consideră că energia de deformare elastică din masiv este primordială.

Pentru ţara noastră, după Caloianu G. şi Paki E. în [4], loviturile de mină nu sînt o variantă a degajărilor bruşte de metan şi cărbune, ci unul din fenomenele care pot declanşa astfel de degajări. Aşadar, există premisa prezenţei unor asemenea fenomene şi în masivele cu proprietăţile fizico-mecanice şi caracteristici proprii zonelor miniere din ţara noastră.

Toate aceste fenomene se încadrează într-un proces complex, care conduce la instituirea une

faze primitive de manifestare a loviturilor de mină în exploatările carbonifere.

Studiul atent al acestor manifestări, precum și avansarea ideii că în viitor, pe măsura complicării tehnologiilor și condițiilor de exploatare, se pot ivi manifestări propriu-zise ale loviturilor de mină, determină abordarea realistă și utilă a problemei.

III. Noțiuni privind loviturile de mină

a. O primă clasificare. Fenomenul fiind destul de complex, elucidarea cauzelor și efectelor se poate face urmînd calea observațiilor și a încadrării într-un nivel sau altul.

Astfel, se poate efectua o clasificare primară a manifestărilor în raport cu datele concrete obținute pentru diferite situații.

1. Zguduiri în masiv. Acestea se datoresc în principal presiunilor de reazem și se manifestă, la stratele cantonate între acoperiș și culcuș format din roci tari, prin zgomote specifice, discontinue, ciclice cu faze de început, amplitudine maximă și atenuare.

2. Aruncarea materialului. Aceasta este caracteristică unei intensități mai ridicate a fenomenului. Surpările, exfolierile, capacele de acoperiș, materialul mărunt, împingerile rocilor și cărbunelui în diferite direcții sînt atribuite acestui gen de manifestare primitivă a fenomenului.

3. Microlovitură de mină. La șocurile apărute, rocile sînt degradate parțial, iar susținerea este deranjată vizibil.

În acest stadiu utilajele din fronturi nu suferă deplasări mari (rămîn pe loc) sau distrugeri ale subansamblelor sau corpului lor propriu-zis.

4. Lovitura de mină. Este fenomenul complex în care, în anumite condiții, într-un interval de timp scurt sînt aruncate din poziție inițială, rocile, echipamentele de susținere și utilajele.

Astfel, susținerile galeriilor sau ale abatajelor sînt distruse, utilajele sînt împinse și deplasate din poziția normală de lucru. Sînt sesizate, mișcări seismice locale, zgomote, emanații de gaze, destinderi ale diverselor zone din zăcămîntul tensionat, se deformează vizibil subansamble ale unor instalații și dispozitive. Toate acestea conduc la avaria temporară a sistemului cu efecte tehnice, tehnologice și economice negative.

b. După locul apariției, respectiv al zonei care determină mecanismul loviturilor de mină se identifică.

1. Lovituri de acoperiș, datorate solicitărilor provenite din rocile aflate în acoperișul stratului, caracterul manifestării fiind dinamic, cu formarea undelor de șoc.

2. Lovituri de strat, datorate, în principal, tensiunilor și presiunilor concentrate, a căror tendință de egalizare în mediu se face cu eliberare de energie sub formă de undă de șoc, ca suport al fenomenului, cu toate consecințele negative caracteristice.

3. Lovituri de culcuș, determinate de împingeri sau ridicări bruște în lucrările miniere, cu manifestarea vizibilă a parametrilor specifici șocului de mină.

Atît între elementele primei clasificări, cît și între cele din a doua și, cu atît mai mult, între ele, nu există definiții și identificări riguroase ca nivel, ci o interdependență, generatoare într-o direcție sau alta a fenomenului de lovitură de mină [5].

Măsurarea lor, în urma punerii la punct a unor sisteme informative (preluare, stocare și prelucrarea datelor din subteran) și electronice (aparatura de detecție, transmitere, calcul), precum și găsirea unor căi teoretice de exprimare au făcut ca în ultima vreme să se poată evidenția între anumite limite, diferențele și caracterul loviturilor.

Studiul loviturilor de mină se complică datorită faptului că peste situațiile de excepție geologice, naturale intervin și condițiile tehnico-miniere, determinate de tehnologiile de exploatare a stratelor de cărbune.

De aici revine și necesitatea elaborării unor măsuri complexe și metode comune, unificate, de prognoză și combatere a fenomenelor de acest gen.

Anumite experimente efectuate în mine, cercetările pe teren și în laborator au evidențiat faptul că există — mai ales în ultimii 30 ani, cînd posibilitățile de exploatare s-au îngreunat — o dependență totală între condițiile geologice și cele tehnico-miniere.

c. Pe parcursul a 15 ani s-au putut clarifica în ansamblu și *cîteva elemente de teorie și practică a mecanismului și modului de manifestare a loviturilor de mină* [6].

1. Explicarea empirică, naturală — nu satisface întrutotul rigoarea științifică și se bazează pe observații și concluzii de teren pentru situații particulare, specifice, dar contribuie la sistematizarea comparativă a fenomenelor.

2. Estimarea energiei specifice a loviturilor de mină.

Nivelul manifestării se poate aprecia comparativ, avînd măsurată energia specifică potențială sau degajată în timpul desfășurării procesului.

Telemăsurarea, transpunerea grafică și evoluția în timp relevă pentru fiecare astfel de avarie nivelul ei energetic. În etapa de față, această cale de estimare este una dintre cele mai folosite.

3. Determinarea potrivirilor și asemănărilor între fenomene, ținînd seama de o manifestare standard. Diferențele energetice ale celorlalte caracteristici oferă o imagine despre lovitura de mină respectivă.

Toate aceste ipoteze și clasificări reunite întăresc realitatea că sistemul *strat de cărbuneroci înconjurătoare* constituie în mod potențial o sursă de accidente de teren în subteran, pe parcursul exploatării.

Observații

Avînd în vedere consecințele loviturilor de mină, este necesară aprofundarea studiului mecanismului de formare și manifestare a acestui fenomen.

- În țara noastră, dezvoltarea activității de exploatare în noi zone, cu condiții geominiere dificile, poate conduce la apariția mai pregnantă a acestor fenomene.
- Prognoza și lupta împotriva loviturilor de mină rămîne un domeniu deschis cercetărilor, experimentărilor și realizărilor concrete.
- Cunoașterea, evitarea și acțiunea împotriva manifestărilor violente ale zăcămîntului și rocilor înconjurătoare au însemnate consecințe economice și tehnologice, contribuind la sporirea producției fizice, în condiții de securitate a muncii.

Bibliografie

[1] I. M. Petuhov *Tehnologia de exploatare a stratelor de cărbune predispuse la lovituri de mină, în minele din U.R.S.S.* – Conferința tehnico-științifică, Katowitze, 1984.

[2] Ionescu, D., Pătrașcu, M. ș.a., *Cercetarea predispoziției la erupții de gaze și rocă a stratelor de cărbuni la minele din Valea Jiului și Anina.* Lucrările sesiunii științifice jubiliare S.C.S.M., Petroșani, 1969.

[3] Roman, P., Pătrașcu, M. *Fenomenele gazo-dinamice de la mina Uricani.* Revista Mine, Petrol, Gaze, nr. 2, 1980.

[4] Caloianu, G., Paki, E. ș.a., *Categorisirea degajărilor violente de metan de la minele Petrila Aninoasa, Lupeni și Anina,* Comunicarea nr. 12, S.C.S.M., Petroșani, 1967.

[5] * * * *O interpretare a loviturilor de mină,* ARCHIWUM GORNICTWA nr. 4/1969.

[6] Petuhov, I. M. *Șocurile în minele de cărbuni,* Ed. NEDRA, Moscova 1972.

Proiectarea mecanismului pentru deschiderea-închiderea automată alternativă a ușilor podurilor de siguranță din puțurile de mină în săpare (III)

Cinematica și dinamica mecanismului

Conf. dr. ing. **V. Zamfir**
șef lucr. dr. ing. **C. Bolog**
asist. ing. **I. Andraș**
Institutul de Mine Petroșani

În lucrare se determină, mai întîi, distribuția de viteze și accelerații în mecanismul ușilor la trecerea ansamblului sanie-chiblă prin dreptul podului de siguranță. Se determină în continuare parametrii dinamici, forțele ce acționează pe elementele mecanismului, precum și forța de supraîncărcare (subîncărcare) din cablul de extracție.

I. Determinarea distribuției de viteze și accelerații în mecanism

1. Determinarea distribuției de viteze (fig. 1)

În revista Mine, Petrol și Gaze nr. 10/1985 s-a determinat relația ce există între viteza saniei, V_{F_1}, viteza centrului rolei de pe ușă sau brațele cotite, V_{F_2} (relația 38) :

$$V_{F_2} = V_{F_1} \frac{\cos(\theta + \beta)}{\cos \theta}, \qquad (1)$$

în care, θ este unghiul de presiune format între direcția normalei nn în punctul de contact al rolei cu cama și direcția vitezei centrului rolei, V_{F_2}; $\beta = \psi_0 + \psi$, este unghiul format de direcția AF cu o direcție perpendiculară pe direcția de deplasare a saniei.

Viteza unghiulară a ușii se determină cu relația :

$$\omega_1 = \frac{V_{F_2}}{AF}. \qquad (2)$$

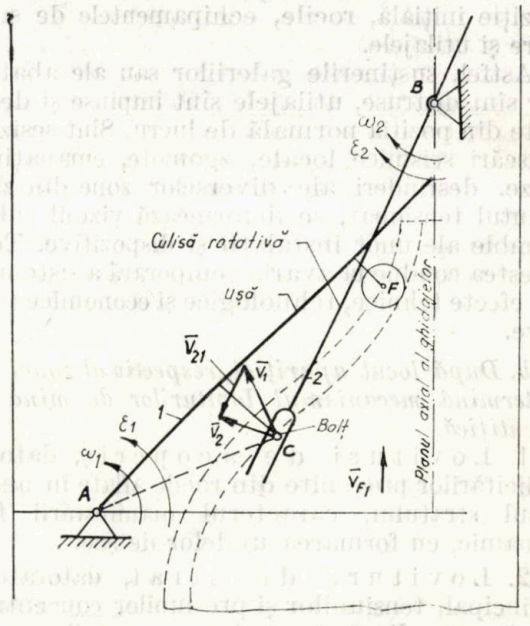


Fig. 1

Viteza articulației C de pe ușa prin care se realizează legătura între ușa *1* și pîrghia culisei rotative *2* este :

$$V_{C_1} = \omega_1 \cdot AC. \tag{3}$$

Viteza articulației C de pe ușă se descompune pe direcția pîrghiei culisei rotative *2* și pe o direcție perpendiculară pe aceasta :

$$\bar{V}_{C_2} = \bar{V}_{C_1} + \bar{V}_{C_2C_1}, \tag{4}$$

în care,

$\bar{V}_{C_2C_1}$ este viteza de modificare a lungimii CB, a culisei rotative și

$\bar{V}_{C_2}$ este viteza punctului C de pe culisa rotativă.

Cu ajutorul componentei $\bar{V}_{C_2}$ se determină viteza unghiulară de rotație a culisei rotative :

$$\omega_2 = \frac{V_{C_2}}{AC}. \tag{5}$$

Pe considerente de simetrie a mecanismului, viteza unghiulară de rotație a brațelor cotite, ω_3 va fi egală cu viteza de rotație a ușii, $\omega_3 = \omega_1$.

2. Determinarea distribuției de accelerații (fig. 2)

Accelerația articulației C de pe ușă se determină cu relația :

$$\bar{a}_{C_1} = \bar{a}^n_{C_1} + \bar{a}^t_{C_1}, \tag{6}$$

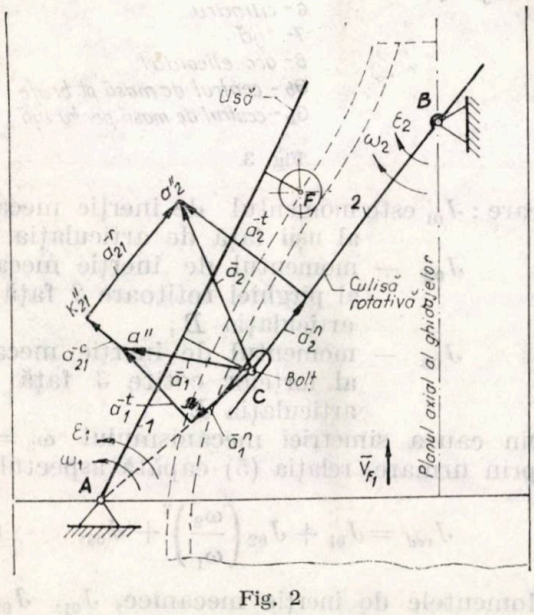


Fig. 2

în care, $\bar{a}^n_{C_1}$ este accelerația normală, avînd direcția CA cu sensul spre centrul de rotație A, a cărei mărime se poate calcula cu expresia :

$$a^n_{C_1} = \omega_1^2 \cdot AC, \tag{7}$$

și $\bar{a}^t_{C_1}$ este accelerația tangențială avînd direcția perpendiculară pe CA, cu sensul impus de sensul accelerației unghiulare ε_1 a ușii în deschidere-închidere (accelerația unghiulară a ușii ε_1 se determină fie grafoanalitic (v. rev. Mine, Petrol, Gaze nr. 7/1985, relația 15) fie analitic (v. rev. Mine, Petrol, Gaze nr. 10/1985, tabelele 1, 2 și 3) calculată cu expresia :

$$a^t_{C_1} = \varepsilon_1 \cdot AC. \tag{8}$$

Mărimea accelerației articulației C de pe ușă se determină cu relația :

$$a_{C_1} = AC\,\omega_1^4 + \varepsilon_1^2, \tag{9}$$

iar unghiul pe care îl face cu direcția AC se determină cu relația :

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\varepsilon}{\omega^2}. \tag{10}$$

Accelerația punctului C de pe culisa rotativă *2* se poate obține cu relația vectorială :

$$\bar{a}_{C_2} = \bar{a}_{C_1} + \bar{a}^c_{C_2C_1} + \bar{a}^r_{C_2C_1}, \tag{10'}$$

în care :

$$\bar{a}_{C_2} = \bar{a}^n_{C_2} + \bar{a}^t_{C_2}, \tag{11}$$

$\bar{a}^n_{C_2} = \bar{\omega}_2 \cdot (\bar{\omega}_2 \cdot A\bar{B})$ este accelerația normală a punctului C de pe culisă, cu direcția AB și sensul de la C la B și mărimea $a^n_{C_2} = \omega_2^2 \cdot CB$;

$\bar{a}^t_{C_2} = \bar{\varepsilon}_2 \cdot C\bar{B}$ este accelerația tangențială a punctului C de pe culisă, cu direcția perpendiculară pe culisă cu sensul dat de ε_2 ;

$\bar{a}^c_{C_2C_1} = 2\bar{\omega}_2 \cdot \bar{V}_{C_2C_1}$, este accelerația Coriolis, perpendiculară pe viteza relativă $\bar{V}_{C_2C_1}$, cu sensul dat de vectorul $\bar{V}_{C_2C_1}$ rotit cu un unghi de 90° în sensul vitezei ω_2 ;

$\bar{a}^r_{C_2C_1}$ — accelerația relativă a punctului C de pe culisă față de punctul C de pe ușă.

II. Dinamica mecanismului

1. Echilibrarea statică a mecanismului

În această parte se urmărește determinarea forței de supraîncărcare la urcare, respectiv subîncălzirea la coborîre a chiblei din cablul de extracție. De asemenea, se urmărește evaluarea greutății saniei pentru ca la cursa de coborîre a chiblei să nu rămînă în urma acesteia sau eventual înțepenită la trecerea ei prin dreptul ușilor.

Pentru a înlesni trecerea saniei prin mecanismul ușilor, este deosebit de important ca mecanismul pentru deschiderea-închiderea ușilor podurilor de siguranță din puțurile de mină în săpare să fie construit static echilibrat.

Echilibrarea statică a mecanismului se poate realiza constructiv prin proiectarea fiecărui

element component (ușă, pîrghii rotitoare, pîrghii cotite), static echilibrat.

În cazul în care din diferite motive (cel mai adesea din motive de spațiu) nu este posibil acest lucru, se va proceda la atașarea de mase suplimentare în diferite puncte alese convenabil, astfel ca întregul mecanism să rezulte static echilibrat.

În acest din urmă caz, este bine ca pîrghiile cotite să fie construite puternic dezechilibrate către capătul cu rolele de ghidare pentru că numai în acest fel compensează cît mai mult din dezechilibrul ușilor. Ideal ar fi ca cele două brațe cotite să echilibreze static ușa.

Pentru determinarea mărimii maselor suplimentare sau a coordonatelor punctelor pentru plasarea lor, e necesar să se determine coordonatele centrelor de masă pentru uși și brațele cotite față de sisteme de coordonate convenabil alese (pîrghiile rotitoare sînt static echilibrate deoarece centrul de masă coincide cu centrul de rotație).

Coordonatele centrului de masă al ușilor sau brațelor cotite se determină cu expresiile:

$$x = \frac{\Sigma m_j x_j}{M}; \quad y = \frac{\Sigma m_j y_j}{M}; \quad z = \frac{\Sigma m_j z_j}{M}, \tag{12}$$

în care, prin m_j s-au notat masele elementelor componente ale ușii sau brațelor, prin x_j, y_j, z_j s-au notat coordonatele centrelor de masă ale elementelor componente și prin M masa totală a ușii sau brațelor cotite.

Mărimea maselor suplimentare ce trebuie să realizeze echilibrarea statică a mecanismului de deschidere-închidere, în ipoteza că s-au ales distanțele r_s de plasare a acestora, în prelungirea ușilor, dincolo de articulația A, se determină cu relația:

$$m_s = \frac{M_e}{r_s}, \text{ kg}, \tag{13}$$

în care M_e reprezintă momentul static neechilibrat dat de relația:

$$M_e = M_u - M_b, \text{ kg} \cdot \text{m}, \tag{14}$$

în care, prin M_u și M_b s-au notat momentele statice ale maselor ușii, respectiv ale celor două brațe aferente unei uși, considerate plasate în centrele de masă ale acestora, față de centrele lor de rotație, cu expresiile:

$$M_u = m_u \cdot d_u, \text{ kg} \cdot \text{m}, \qquad M_b = m_b \cdot d_b, \text{ kg} \cdot \text{m}, \tag{15}$$

în care

m_u și m_b reprezintă masa ușii respectiv a celor două brațe aferente, în kg;

d_u și d_b reprezintă distanța de la centrul de masă la axa de rotație pentru ușă, respectiv brațele cotite (fig. 3).

2. Momentul de inerție redus la axa de rotație a ușii

Momentul de inerție redus al elementelor mecanismului de deschidere-închidere la axa balamalelor ușii (articulația A (fig. 3) este:

$$J_{red} = J_{01} + J_{02}\left(\frac{\omega_2}{\omega_1}\right)^2 + J_{03}\left(\frac{\omega_3}{\omega_1}\right)^2, \text{ kg} \cdot \text{m}^2, \tag{16}$$

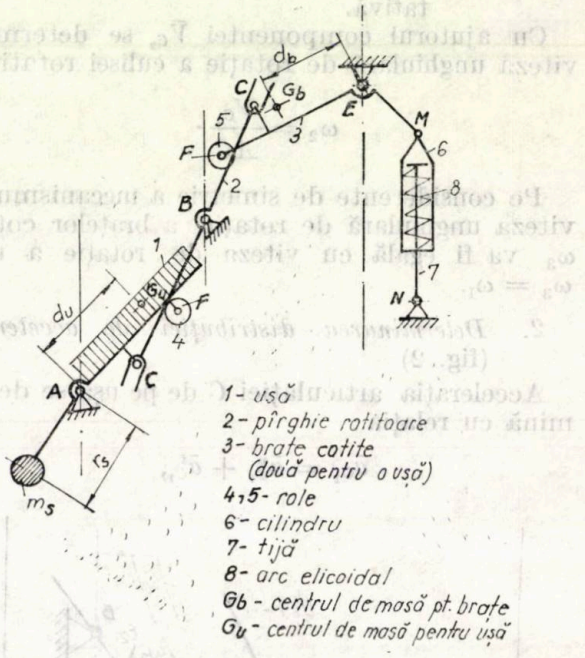


Fig. 3

în care: J_{01} este momentul de inerție mecanic al ușii față de articulația A;

J_{02} — momentul de inerție mecanic al pîrghiei rotitoare *2* față de articulația B;

J_{03} — momentul de inerție mecanic al forțelor cotite *3* față de articulația E.

Din cauza simetriei mecanismului $\omega_3 = \omega_1$ și, prin urmare, relația (5) capătă aspectul:

$$J_{red} = J_{01} + J_{02}\left(\frac{\omega_2}{\omega_1}\right)^2 + J_{03}. \tag{17}$$

Momentele de inerție mecanice, J_{01}, J_{02} și J_{03} se vor determina după ce cele trei elemente au fost proiectate cu una din metodele din [7].

3. Ecuația de mișcare a ușii. Determinarea forței normale F_n dintre sanie și rolele de ghidare de pe pîrghii și uși

Ecuația de mișcare a ușii este:

$$M_m = M_r + J_{red} \cdot \varepsilon \tag{18}$$

în care : M_m este momentul motor dat de camele de pe sania de ghidare a chiblei asupra urșilor sau pîrghiilor cotite avînd expresia :

$$M_{m_j} = F_{n_j} \cdot d_j, \text{ daN} \cdot \text{m} \qquad (19)$$

F_{n_j} — forța cu care acționează camele de pe sania de ghidare asupra rolelor de pe ușă *1* la cursa de ridicare asupra rolelor montate pe pîrghiile cotite *3* la cursa de coborîre, avînd direcția normalei lor comune în punctul lor de contact, la momentul j ;

d_j — distanța dintre centrul de rotație al ușii (articulația *A*) sau al brațelor cotite (articulația *E*) și direcția forței normale F_{n_j} determinată pe cale grafică pentru fiecare poziție j din figura 5, (rev. Mine, Petrol, Gaze, nr. 7/1985) ;

M_r — momentul rezistent dat de forța din arcul elicoidal *8* din sistemul de reacție (6, 7, 8) care are expresia :

$$M_{r_j} = F_j \cdot d_{1j}, \text{ daN} \cdot \text{m} \qquad (20)$$

F_j — forța din arcul elicoidal *8* pentru poziția j a brațelor cotite ;

d_{1j} — distanța forței F_j la axa de rotație a brațului cotit, determinată prin metoda arătată mai jos ;

ε — accelerația unghiulară a ușii ;

J_{red} — momentul de inerție redus al mecanismului de deschidere considerat pe axa de rotație a ușii, *A*.

Ținînd cont de relația (19), din expresia (18)

$$F_{n_j} = \frac{J_{red_j} \varepsilon_j + F_j \cdot d_{1_j}}{d_j} . \qquad (21)$$

4. Forța de supraîncărcare (subîncărcare) a cablului instalației de extracție

La cursa de ridicare a chiblei, cablul instalației de extracție va fi supraîncărcat, iar, la cursa de coborîre, va fi subîncărcat.

Forța normală F_n determinată cu relația (21) pentru succesiunea de poziții j ale ușii s-a descompus în două componente : F_v pe verticală și F_H pe orizontală :

$$\bar{F}_{n_j} = \bar{F}_{v_j} + \bar{F}_{H_j}, \qquad (22)$$

în care :

$$F_{v_j} = F_{n_j} \sin \alpha_j \qquad (23)$$

$$F_{H_j} = F_{n_j} \cos \alpha_j \qquad (24)$$

α_j — fiind unghiul pe care-l face direcția forței normale F_{n_j} cu orizontala, determinat grafic.

Forța totală cu care cablul de extracție se supraîncarcă la cursa de ridicare, respectiv se subîncarcă la cursa de coborîre a chiblei, ținînd cont că sînt două uși, este :

$$F_{scj} = 2[F_{v_j} + f_0 \cdot F_{H_j}] \qquad (25)$$

în care :

f_0 este coeficientul de frecare la rostogolire dintre rolă și ghidaj dat de expresia :

$$f_0 = \frac{K}{r}, \qquad (26)$$

în care K este o distanță la care este deviată reacțiunea dintre rolă și ghidaj ;

r — raza rolei.

Forța F_{sc} dată de expresia (25) trebuie calculată pentru fiecare din pozițiile j ale ușii, observîndu-se poziția pentru care valoarea ei este maximă.

5. Sistemul de reacție

Sistemul de reacție format din arcul elicoidal *8* montat pe tija *7* în carcasa oscilantă *6*, (fig. 3) are menirea de a menține închise permanent ușile podurilor de siguranță.

Pe timpul trecerii saniei prin dreptul podurilor, datorită forței de compresiune din arcul elicoidal *8*, rolele de pe ușă și brațele cotite vor rămîne în contact permanent cu camele de pe sanie. Acest lucru este deosebit de important, deoarece în caz contrar ușile și pîrghiile cotite ar scăpa de sub control și ar putea să se izbească atît de pereții laterali ai compartimentelor de transport ale puțului, cît și de camele montate pe sania de ghidare.

5.1. Determinarea săgeților și forțelor arcului elicoidal

Ansamblul format din pîrghia cotită *3*, cilindrul oscilant *6*, tija *7*, arcul *8* și baza poate fi considerat un mecanism care poate fi studiat separat. Acest mecanism se poate schematiza prin mecanismul cu culisă oscilantă de rotație din figura 4.

Mecanismul din figura 4 se poate analiza cu ușurință folosind algoritmul de calcul pentru diada redusă MN din [6].

Din proiectul construcției, pot fi cunoscute următoarele :

$EM = r$ este lungimea manivelei ;

l_0 — lungimea inițială a bielei MN ;

α_0 — unghiul inițial al manivelei ;

a — distanța pe direcția axei y a articulației N față de articulația E ;

e — distanța pe direcția axei x a articulației N față de articulația E.

În funcție de acești parametri, se determină lungimea $MN = l$ la un moment dat. Cu ajutorul acestei lungimi se va putea determina com-

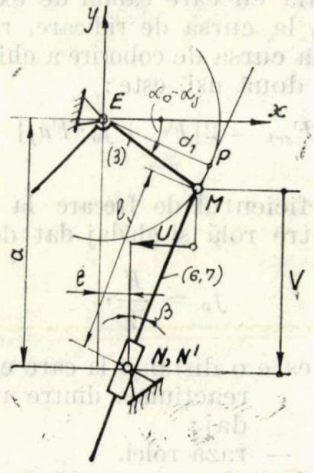


Fig 4

primarea arcului elicoidal pentru fiecare poziție j a ușii față de poziția inițială:

$$f'_j = l_j - l_0, \tag{27}$$

în care

l_0 este lungimea bielei MN cînd ușile sînt închise (poziția inițială).

Arcul elicoidal este precomprimat cu săgeata f_0, pentru poziția închis a ușilor. Pentru săgeata f_0 corespunde o forță de precomprimare în arc, F_0.

Valorile forței de precomprimare F_0 și săgeții inițiale f_0 pot fi reglate cu ajutorul unei piulițe montate pe tija 7.

Săgeata totală a arcului pentru o poziție oarecare a ușii va fi:

$$f_j = f'_j + f_0. \tag{28}$$

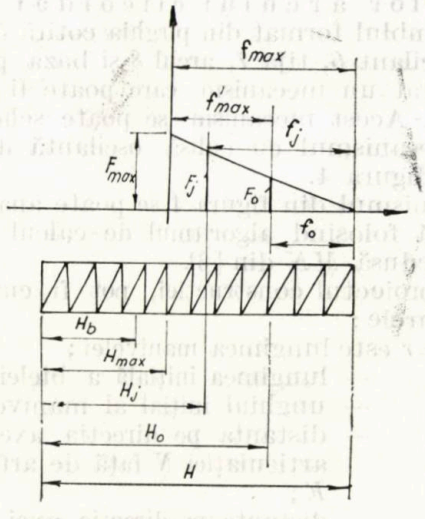


Fig. 5

Forța de comprimare F_j corespunzătoare săgeții f_j se poate determina cu relația (fig. 5):

$$F_j = F_{max} \cdot \frac{f_i}{f_{max}}, \tag{29}$$

în care

f_j și f_{max} sînt săgețile arcului pentru poziția j și respectiv poziția deschis a ușilor,

iar

F_{max} este forța maximă din arc corespunzătoare poziției deschis a ușilor.

Mărimile săgeții f_0 și forței F_0 de montaj, corespunzătoare poziției închis a ușilor se aleg.

Mărimea deformației f'_{max} și a săgeții maxime f_{max} a arcului se determină cu relațiile (27) și (28), iar forța F_{max} se determină cu relația:

$$F_{max} = \frac{G \cdot d^4 \cdot f_{max}}{8D_m^3 \cdot n}, \tag{30}$$

în care parametrii geometrici ai arcului d (diametrul sîrmei), D_m (diametrul mediu de înfășurare), n (numărul de spire active) se aleg constructiv; $G = 8 \cdot 10^5$ daN/cm^2 este modulul de elasticitate transversal.

5.2. Determinarea deformațiilor arcului f_j

Trebuie determinate mai întîi lungimile l_j ale bielei MN. Cu relația (27) se vor putea determina deformațiile arcului elicoidal f'_j pentru o poziție oarecare j, iar cu relația (28) se pot determina săgețile totale f_j.

Din mecanismul $EMNN'$ cu culisă oscilantă rotitoare se desprinde diada de aspectul III, MNN'. Pentru determinarea parametrilor geometrici ai mecanismului se poate aplica algoritmul de calcul pentru această diadă din [6].

Conform cu figura 4, se pot scrie:

— coordonatele articulației mobile M,

$$\begin{aligned} X_M &= r \cos(\alpha_0 - \alpha_j), \\ Y_M &= -r \sin(\alpha_0 - \alpha_j); \end{aligned} \tag{31}$$

— coordonatele articulației fixe $N' = N$:

$$X_N = e;\ y_N = -a, \tag{32}$$

Se calculează apoi parametrii geometrici U și V,

$$\begin{aligned} U &= X_N - X_A = e - r\cos(\alpha_0 - \alpha_j), \\ V &= Y_N - Y_A = -a + r\sin(\alpha_0 - \alpha_j). \end{aligned} \tag{32'}$$

Se proiectează conturul diadei MNN' pe cele două axe:

$$\begin{aligned} l_j\cos\beta_j &= V = -a + r\sin(\alpha_0 - \alpha_j), \\ l_j\sin\beta_j &= U = e - r\cos(\alpha_0 - \alpha_j). \end{aligned} \tag{33}$$

Pentru a afla lungimea l din (33) se elimină β_j prin ridicarea la pătrat și adunarea ambelor ecuații; se obține:

$$l_j = \sqrt{a^2+e^2+r^2-2r[a\sin(\alpha_0-\alpha_j)+e\cos(\alpha_0-\alpha_j)]} \tag{34}$$

Unghiul β se determină dintr-una din ecuațiile (33), de exemplu din prima:

$$\beta_j = \arccos\frac{-a+r\sin(\alpha_0-\alpha_j)}{l_j} \tag{35}$$

sau, mai simplu, prin împărțirea celei de-a doua ecuații, la prima:

$$\operatorname{tg}\beta_j = \frac{U}{V} = \frac{e-r\cos(\alpha_0-\alpha_j)}{-a+r+\sin(\alpha_0-\alpha_j)}, \tag{36}$$

de unde:

$$\beta_j = \operatorname{arctg}\frac{U}{V} = \operatorname{arctg}\frac{e-r\cos(\alpha_0-\alpha_j)}{-a+r\sin(\alpha_0-\alpha_j)}, \tag{37}$$

5.3. Determinarea brațului d_{1j} și a momentului M_{rj} al forței din arc față de articulația E

Forța F_j din arcul elicoidal tinde să mențină ușile închise prin momentul ei față de articulația E.

Pentru determinarea acestui moment, este necesar să se cunoască distanța de la articulația E la direcțiile bielei MN. Această distanță, marcată în figura 4 prin segmentul $EP = d_1$, se poate determina ușor prin metoda analitică, așa cum se va proceda în cele ce urmează.

Ecuația fasciculului de drepte MN, ce trec prin N, este de forma:

$$y = y_0 = m(x-x_0), \tag{38}$$

în care, x_0 și y_0 sînt coordonatele punctului N

$$x_0 = e,$$
$$y_0 = -a, \tag{39}$$

și m este panta dreptelor:

$$m = \operatorname{tg}\beta_j. \tag{40}$$

Ecuația (38) se mai poate scrie:

$$mx - y + y_0 - mx_0 = 0. \tag{41}$$

Modulul perpendicularei din punctul $E(0,0)$ originea sistemului de referință oxy la dreptele (41) este dat de expresia:

$$d_1 = \frac{|y_0 - mx_0|}{\sqrt{1+m^2}}. \tag{42}$$

Ținînd cont de relațiile (39) și (40), expresia (42) capătă aspectul:

$$d_{1j} = \frac{a+e\operatorname{tg}\beta_j}{\sqrt{1+\operatorname{tg}^2\beta_j}}. \tag{43}$$

Cunoscînd brațele d_j ale forței din arc, momentul acesteia față de articulația din E este dat de expresia:

$$M_{rj} = F_j \cdot d_{1j}. \tag{44}$$

Momentul M_{rj} dat de expresia (44) reprezintă momentul rezistent din expresia (18) și, odată cunoscut, se poate determina forța de supraîncărcare-subîncărcare a cablului instalației de extracție.

5.4. Stabilirea greutății limită a saniei de ghidare

Sania de ghidare a chiblei, în cadrul acestui nou procedeu și instalație, pe lîngă faptul că trebuie să ghideze chibla în ambele curse, la cursa de coborîre trebuie să deschidă ușile podurilor de siguranță prin greutatea ei proprie. În consecință, trebuie determinată greutatea minimă necesară pentru ca deschiderea ușilor la cursa de coborîre să fie sigură, iar sania să nu rămînă în urma chiblei.

O greutate prea mare a saniei este dezavantajoasă, deoarece încarcă suplimentar cablul de extracție, micșorînd coeficientul de siguranță al acestuia.

Greutatea limită minimă a saniei de ghidare, avînd în vedere cele de mai sus și relația (25), se pote calcula cu relația (componenta $f_0 \cdot F_{Hj}$ se poate neglija):

$$G = KF_v \tag{45}$$

în care K este un coeficient de siguranță a deschiderii ușii cu valoarea $K \geqslant 2$.

Recomandăm a se lua $K = 3-4$, ceea ce înseamnă o rezervă de greutate în plus de (50—100 %) peste limita de echilibru.

Din expresia (45) se vede că greutatea saniei e dependentă în principal de componenta verticală F_v a forței normale dintre rolele ușilor și camele de pe sanie. Valoarea forței F_v e dependentă de momentul de inerție redus al sistemului și de forța din arcul sistemului de reacție.

Pentru ca greutatea G a saniei și forța suplimentară de cablu de extracție $F_{sc} = 2\ F_v$ să fie între limite acceptabile, e necesară o proiectare atentă a elementelor constitutive ale sistemului de deschidere-închidere.

6. *Calculul de rezistență pentru principalele elemente ale mecanismului ușilor*

6.1. Calculul de rezistență al arcului din sistemul de reacție

Parametrii geometrici ai arcului elicoidal se aleg constructiv: d(diametrul sîrmei), D_m (diametrul mediu de înfășurare), n (numărul de spire active), p(pasul spirelor). Urmează a se face o verificare a acestuia.

Valoarea efortului unitar de răsucire:

$$\tau_t = \frac{8KFD_m}{\pi d^2}, \tag{46}$$

în care

K este coeficientul de formă al arcului :

$$K = 1 + \frac{1{,}6}{i},$$

i — indicele arcului :

$$4 < i = \frac{D_m}{d} < 16,$$

considerînd că înfășurarea sîrmei se efectuează la rece.

6.2. Calculul bolțului din articulația C dintre ușă și pîrghiile rotative

Se va considera cursa descendentă a chiblei cînd ușile sînt deschise prin intermediul pîrghiilor cotite și al pîrghiilor rotitoare și cînd reacțiunea în articulația A este maximă. La cursa ascendentă a chiblei, ușile fiind închise direct de camele saniei, reacțiunea în articulația C este mai mică decît cea corespunzătoare cursei descendente a chiblei.

Pentru stabilirea reacțiunii din articulația C se pornește de la ecuația de mișcare (18) în care momentul motor M_m se va înlocui cu momentul unei forțe reduse F_2 în articulația C, situată pe direcția perpendiculară pe direcția pîrghiei rotitoare.

Neglijîndu-se forțele de frecare din cuplele cinematice ale mecanismului, reacțiunea din cupla C este egală cu $F_2 = R_c$.

Prin d_2 se înțelege distanța de la centrul de rotație al ușii (al pîrghiilor cotite) la direcția forței F_2, determinată pe cale grafică pentru succesiunea j de poziții ale ușii. Se va lua în considerare valoarea maximă a reacțiunii $R_c = F_2$.

Cu valoarea maximă a reacțiunii R_c se calculează diametrul bolțului din articulația C, la solicitarea de încovoiere asimilînd bolțul cu o grindă încastrată la un capăt :

$$d = \sqrt[3]{\frac{32\,M_i}{\pi\,\sigma_{at}}},\ \text{cm}, \qquad (47)$$

în care :

$$M_i = R_c \cdot l, \qquad (48)$$

l fiind lungimea de calcul a bolțului, iar σ_{at} efortul unitar admisibil la încovoiere.

6.3. Calculul bolțului pîrghiilor rotative (bolțul din B)

Bolțul din articulația B dintre pîrghiile rotative și reazem se va calcula la solicitarea de încovoiere dată de reacțiunea $R_B = 2\,F_2$ (conform fig. 6 *b*).

$$Mi_{1\,max} = F_2 \cdot l_1,\ \text{cm daN}, \qquad (49)$$

$$Mi_{2\,max} = F_2 \cdot l_2,\ \text{cm daN}, \qquad (50)$$

$$Mi_{max} = Mi_{1\,max} + Mi_{2\,max},\ \text{cm daN}, \qquad (51)$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{32\,Mi_{max}}{\pi\,\sigma_{at}}},\ \text{cm}. \qquad (52)$$

6.4. Calculul de rezistență al pîrghiilor rotative

Pîrghiile rotative se vor calcula conform cu modelul din figura 6*a* pentru cazul cel mai defavorabil cînd valorile forței F_2 și ale deschiderii sînt maxime.

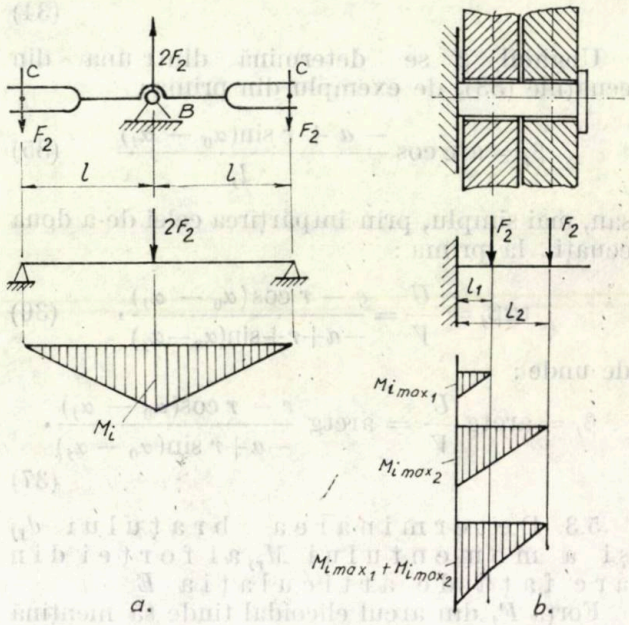


Fig. 6

Momentul încovoietor în dreptul bolțului din B este :

$$Mi_{max} = \frac{2F_2 \cdot 2l}{4} = F_2 \cdot l,\ \text{cm daN}. \qquad (53)$$

Notînd cu d diametrul și cu $h \times b$ secțiunea barei în dreptul găurii, momentul de rezistență efectiv al pîrghiei în dreptul bolțului este :

$$W_{ef} = \frac{b}{6h}(h^3 - d^3). \qquad (54)$$

Modulul de rezistență necesar este dat de relația :

$$W_{nec} = \frac{Mi_{max}}{\sigma_{at}}, \qquad (55)$$

în care :

Mi_{max} este calculat cu relația (53).

Proiectarea pîrghiei rotative se va face astfel încît să fie verificată relația :

$$W_{ef} \geq W_{nec}. \qquad (56)$$

Concluzii

1. Instalația și procedeul descrise mai sus sînt destinate deschiderii-închiderii automate alternative a ușilor podurilor de siguranță din

puțurile de mină în săpare, folosind sania de ghidare a chiblei, cu avantaje deosebite.

2. Instalația de deschidere-închidere automată alternativă a ușilor de la podurile de siguranță din puțurile de mină în săpare trebuie construită static echilibrat pentru a asigura deschiderea și închiderea ușilor prin mișcare, cu șocuri dinamice mici sau fără șocuri.

3. Mișcarea ușii fără șocuri, se poate realiza cu profile de camă adecvate, atașate pe sania chiblei, ca de exemplu sinusoidal, pseudosinusoidal, pseudosinusoidal, poligonal etc.

4. În prezentul studiu s-au ales mai multe legi de mișcare (tabelele 2 și 3, rev. Mine, Petrol, Gaze nr. 10/1985), putîndu-se trage concluzii asupra funcționării mecanismului prin valorile și variația parametrilor cinematici și dinamici obținuți.

5. Viteza de deplasare a ansamblului sanie—chiblă prin dreptul podurilor trebuie să nu depășească 0,5 m/s.

6. Trebuie să se acorde o deosebită atenție proiectării ușilor și brațelor cotite, distribuirii maselor elementelor lor componente, pentru ca masele totale în mișcare să fie cît mai mici posibil, iar mecanismul ușilor să rezulte static echilibrat.

7. Sistemul de reacție are o deosebită funcționalitate în instalație și, în consecință, trebuie să fie proiectat astfel încît să se poată regla ușor.

8. Este necesar să se acorde o deosebită atenție proiectării saniei de ghidare care trebuie să aibă greutatea minimă necesară.

9. Printr-o proiectare corectă urmată de o execuție la nivel tehnic corespunzător, se poate realiza o instalație pentru deschiderea și închiderea ușilor podurilor de siguranță cu o bună comportare funcțională și cu un grad ridicat de securitate a muncii.

Bibliografie

[1] Matei, I., Băltăreţu, F., Jurca L. *Soluții tehnice de etanșare a puțului cu schip de la I.M. Aninoasa, în scopul utilizării acestuia și pentru evacuarea aerului din subteran*, revista Mine, Petrol, Gaze, nr. 5, 1980.

[2] Tadeusz Tarkowski, Stanislaw Szojda, Wladyslaw Fryzlewicz, *Nowy sposob uszetzelniania szybow wentijlacyjnych z urzadeniami wyciagowymi*, Wiadamosci Gornicze, nr. 7, 1976.

[3] Zamfir, V. ș.a. *Proiectarea unui sistem tip ecluză pentru etanșarea puțurilor de mină de transport și aeraj* Lucrările științifice ale I.M.P., vol. XIV, fascicula 1, 1982.

[4] Zamfir, V. ș.a. *Alegerea profilului ghidajelor de pe vasele de extracție pentru deschiderea ușilor de aeraj din puțurile miniere de transport și aeraj*. Lucrările științifice I.M.P., vol. XIV, fascicula 1, 1982.

[5] Zamfir, V. ș.a., *Elemente de cinematică și dinamică privind sistemul ușilor de etanșare tip ecluză din puțurile de transport și aeraj*, Lucrările științifice I.M.P., vol. XIV, fascicula 1, 1982.

[6] Zamfir, V., Albăstroiu, P. *Mecanisme și organe de mașini*. Partea I, Mecanisme, Litografia Institutului de Mine Petroșani, 1975.

[7] Dragnea, O. *Geometria maselor*, Ed. didactică și pedagogică, București, 1972.

[8] * * * *Album de profile miniere tipizate*, Editura I.C.P.M.C. Petroșani, 1977.

Dirijarea presiunii miniere la exploatarea zăcămintelor extrem de tectonizate din bazinul minier Borșa—Vișeu

Dr. ing. **St. Cozma**
I.C.P.M.N. Baia Mare

Zăcămintele de minereuri neferoase (Burloaia, Gura Băii, Dealul Bucății, Măgura II, Noyăț-Novicior) cantonate în zona cristalină a Munților Maramureșului se caracterizează, așa cum s-a mai făcut cunoscut, printr-o tectonizare extrem de accentuată. Pe lîngă faliile care individualizează blocurile de minereu, în interiorul acestor blocuri se regăsește încă un număr mare de falii cu influență secundară. Aceste falii au pasul redus (sub 1,4 m), ele nu individualizează cîmpuri de abataj, dar au mari influențe în dirijarea presiunii miniere.

Elementele tectonice poziționează spațial în mod diferit blocurile de minereu, astfel încît acestea au înclinări de la 0 la 90°.

Metodele de exploatare cu cea mai ridicată pondere sînt cele în felii orizontale descendente cu surpare (70 %) și cele cu surpare în subetaje (30 %). Folosindu-se metode de exploatare cu surpare, se înțelege de ce dirijarea presiunii miniere este o fază tehnologică atît de importantă. Se cuvine să mai facem precizarea că zăcămintele au formă tabulară și sînt cantonate concordant în șisturi sericitoase, sericito-cloritoase sau grafitoase, care se pretează la surpare.

În raport de poziția frontului de lucru în cadrul feliei și a feliei în cadrul blocului de minereu, vom examina următoarele faze pe care le poate înregistra dirijarea presiunii în cadrul metodei de exploatare cu surpare în felii.

1. Dirijarea presiunii acoperișului este faza pe care o înregistrează dirijarea presiunii la exploatarea feliei I. Exploatarea feliilor se face în fișii (camere) transversale sau direcționale sau cu front lung, cu avansare direcțională. Ca elemente de susținere se utilizează lemnul sau susținerea metalică din stîlpi hidraulici SVJ-3,2, cu pompă centrală.

Pasul de prăbuşire în funcţie de constituţia acoperişului direct, de regimul local de presiune este astfel dimensionat, încît să satisfacă cerinţele tehnologice (fig. 1). Din practică a rezultat oportun ca, atunci cînd este posibil, alături de fîşia în lucru să fie menţinută o fîşie liberă (fig. 1 *a*) care permite continuitatea mai bună a ciclului de producţie, creează loc pentru alegerea şi depozitarea sterilului vizibil din masa minieră excavată, permite executarea în bune condiţii a tavanului artificial (poditura). În cadrul tehnologiilor folosite pînă în anul 1975, era permisă menţinerea chiar a două sau trei fîşii libere ce se dirijau apoi simultan. Mai multe surpări nedirijate au limitat apoi pasul de prăbuşire la o singură fîşie liberă, iar uneori se iau măsuri de dirijare a presiunii chiar şi în zona ultimei fîşii (fig. 1 *b*), astfel încît acoperişul se dirijează pînă la limita nemijlocită a corpului de minereu.

Dirijarea presiunii acoperişului pe linia de rupere impusă (orgă) se realizează prin distrugerea continuităţii acestuia cu ajutorul unui rînd de găuri (fig. 1), cu lungimi de 2—3 m şi cu distanţe între ele de 0,8—1,2 m. Cu toate acestea, uneori la suprafeţe dezvelite mici, dirijarea presiunii miniere nu se poate realiza, acoperişul se menţine în consolă şi de aceea s-au propus soluţii mai sigure de distrugere a continuităţii acestuia. Astfel, s-au propus (fig. 2) soluţii de dirijare a acoperişului, dislocarea acestuia, cu găuri orizontale dintr-o reţea de lucrări verticale (suitori scurte).

Dirijarea presiunii acoperişului direct este importantă atît pentru felia în lucru (unde frontul este degajat de o parte din presiunea de reazem), cît mai ales pentru felia inferioară, la tavanul căreia se asigură astfel o pernă corespunzătoare de rambleu.

Existenţa uneia sau a mai multor falii care traversează blocul de minereu şi acoperişul acestuia modifică foarte mult elementele de dimensionare atît a susţinerii, cît şi a pasului de prăbuşire. Este de dorit o cunoaştere cît mai exactă a acestor microfalii şi o adaptare adecvată a dirijării presiunii miniere funcţie de acestea. În primul rînd, vom construi linia de orgă de-a lungul faliei, în această situaţie (fig. 3 *a*) falia va ajuta dislocarea acoperişului; de asemenea, vom provoca dirijarea imediată a acoperişului intersectat de mai multe falii, mai ales dacă aceste falii sînt convergente (fig. 3 *b*). Acoperişul intersectat de mai multe falii convergente, denumit şi „capac de acoperiş" este dislocat, dezechilibrat, iar greutatea sa

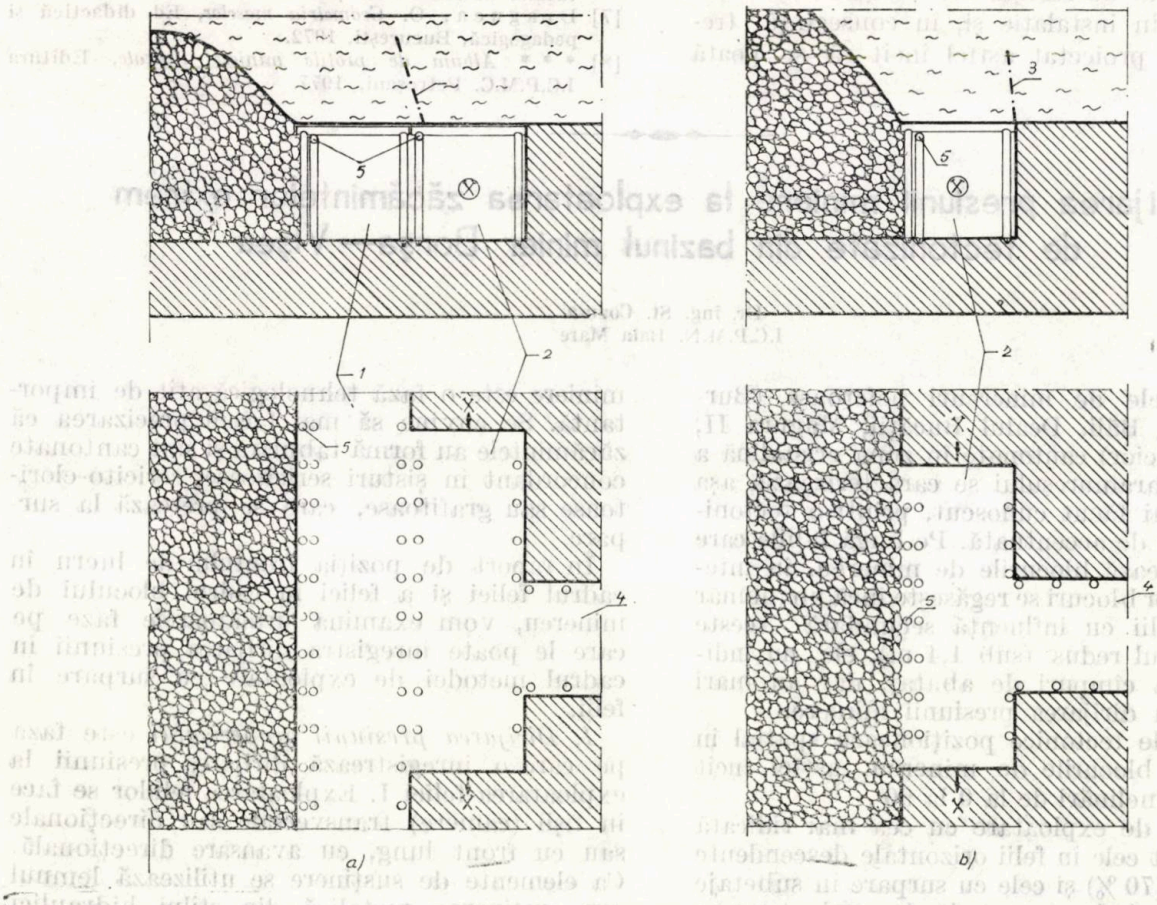


Fig. 1. Dirijarea acoperişului:
1 — fîşie liberă; *2* — fîşie în lucru; *3* — găuri de mină; *4* — preabataj; *5* — linie de orgă

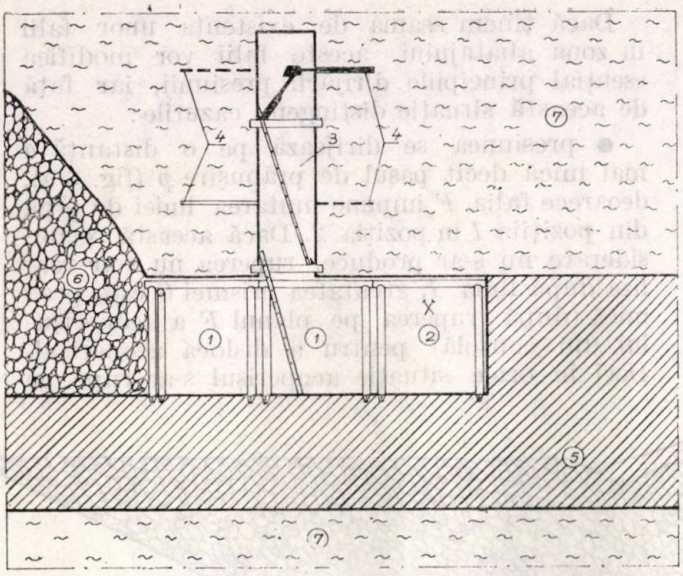


Fig. 2. Dislocarea şi dirijarea acoperişului cu găuri orizontale:
1 — fişii libere; *2*—fişie în lucru; *3* —suitor; *4* — găuri de mină orizontale; *5* — corpul de minereu; *6* — acoperiş

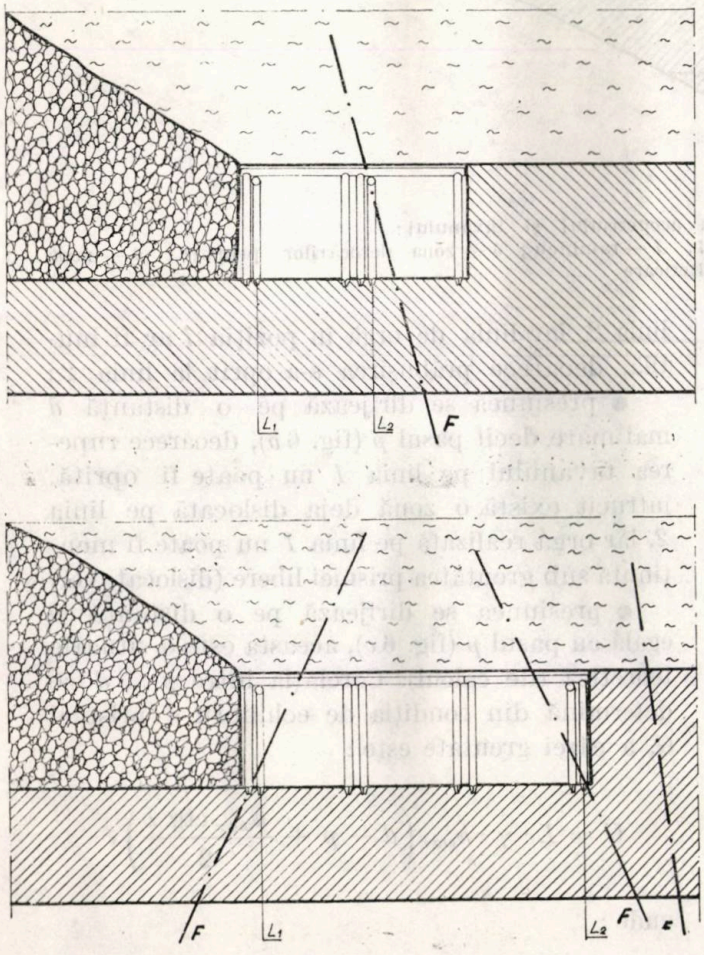


Fig. 3. Dirijarea acoperişului faliat:
L_1 — linia de orgă iniţială; L_2 — linia de orgă la noua fază de dirijare a acoperişului

acţionează excentric asupra susţinerii, dînd sarcini concentrate numai pe cîteva elemente, mult peste portanţa acestora. În condiţiile în care un astfel de acoperiş dislocat natural de faliile ce-l traversează capătă o mişcare sau rotire sub greutatea proprie şi a rocilor acoperitoare, putem avea surpriza unor lovituri de acoperiş.

2. Dirijarea tavanului artificial este faza tehnologică de dirijare a presiunii miniere proprie exploatării feliilor inferioare şi presupune coborîrea tavanului artificial (dacă acesta este astfel construit) sau ruperea acestuia pe linia de dirijare şi coborîrea pernei de rambleu la nivelul noii felii de exploatare (fig. 4). În condiţiile de exploatare de la minele din Borşa, dirijarea tavanului se realizează prin consolidarea unei linii de orgă; dincolo de aceasta se recuperează o parte din susţinere, iar o parte se distruge prin împuişcare în momentul dirijării presiunii (prăbuşiri). La dirijarea presiunii sub tavanul artificial trebuie să avem în vedere următoarele:

- dacă presiunea tavanului pe susţinerea de la nivelul feliei active este mare, presupunem existenţa unei perne de rambleu suficiente, iar dirijarea acesteia se va face după regulile cunoscute;

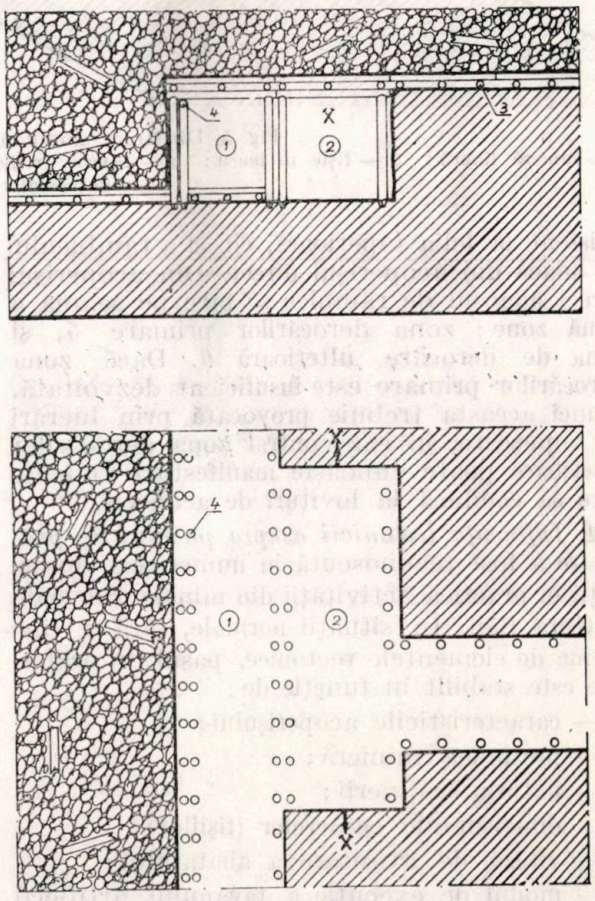


Fig. 4. Dirijarea tavanului artificial:
1 — fişie liberă; *2* — fişie în lucru; *3* — tavan artificial (poditură); *4* — linie de orgă

● dacă presiunea tavanului este mai mică, aceasta presupune existența unei perne de rambleu insuficiente și în condițiile unei grosimi mari a corpului de minereu se impune rambleierea parțială a feliei în lucru și apoi dirijarea tavanului.

3. Dirijarea simultană a acoperișului și a tavanului este proprie corpurilor de minereu de înclinare medie, la care felia a II-a sau următoarele sînt dezvoltate atît sub tavan artificial, cît și sub acoperiș natural.

În operațiunea de dirijare a presiunii (fig. 5) se constată aportul rambleului, atît din cel existent la felia superioară, cît și a rambleului de adaos din acoperișul direct. Din acoperișul direct adaosul de rambleu se face pe seama a două zone: zona derocărilor primare *5*, și zona de derocare ulterioară *6*. Dacă zona derocărilor primare este insuficient dezvoltată, atunci aceasta trebuie provocată prin lucrări de împușcare, în caz contrar zona derocărilor ulterioare poate cunoaște manifestări violente care să conducă la lovituri de acoperiș.

4. Influența tectonicii asupra pasului de prăbușire a fost recunoscută în numeroase observații în practica activității din minele Burloaia și Gura Băii. În situații normale, fără a ține seama de elementele tectonice, pasul de prăbușire este stabilit în funcție de:

— caracteristicile acoperișului;
— presiunea minieră;
— natura susținerii;
— dimensiunile camerelor (fișiilor);
— viteza de avansare a abatajului;
— modul de execuție a tavanului artificial

și să presupunem că din calculele de dimensionare și din practică acesta are mărimea *p*.

Dacă ținem seama de existența unor falii în zona abatajului, aceste falii vor modifica esențial principiile dirijării presiunii, iar față de această situație distingem cazurile:

● presiunea se dirijează pe o distanță *d* mai mică decît pasul de prăbușire *p* (fig. 6 *a*), deoarece falia *F* impune mutarea liniei de orgă din poziția *1* în poziția *2*. Dacă această reconsiderare nu s-ar produce, ruperea nu s-ar realiza după linia *1*, greutatea prismei *G* este prea mică (după ruperea pe planul *F* a acoperișului din consolă) pentru a disloca acoperișul. Deci în orice situație acoperișul s-ar rupe pe

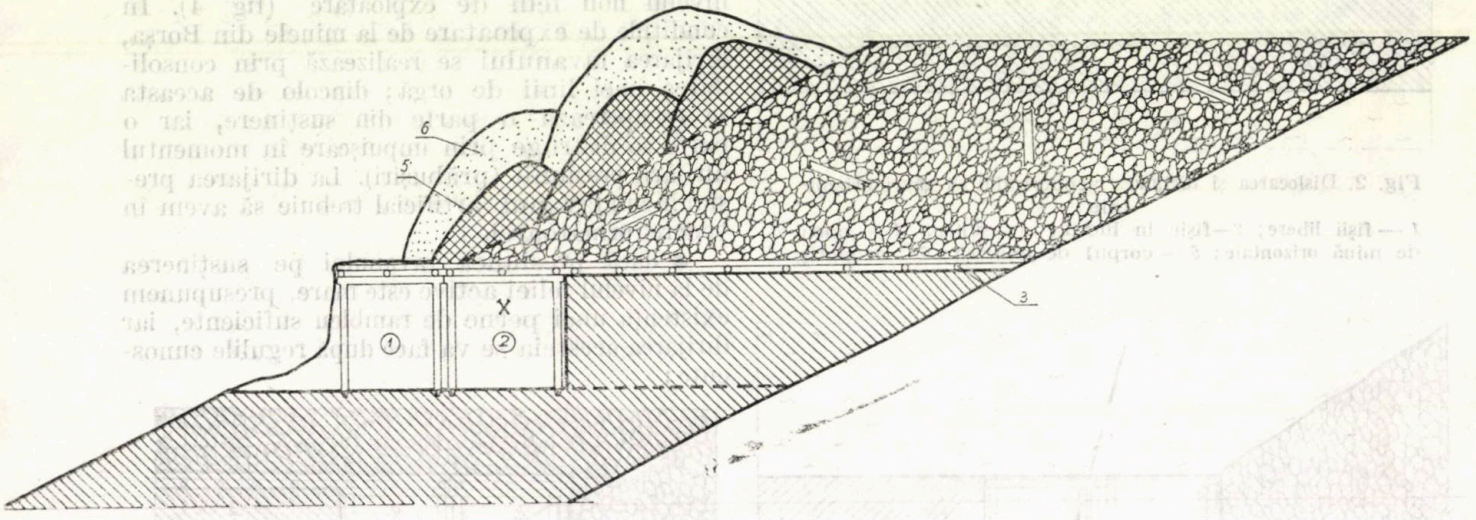


Fig. 5. Dirijarea simultană a acoperișului și tavanului:
1 — cameră liberă; *2* — fișie în lucru; *3* — tavan artificial; *4* — rambleu; *5* — zona derocărilor primare; *6* — zona derocărilor ulterioare

linia *2*, iar linia de orgă în poziția *1* ar fi inutilă, deoarece prăbușirea s-a oprit la linia *2*;

● presiunea se dirijează pe o distanță *d* mai mare decît pasul *p* (fig. 6 *b*), deoarece ruperea tavanului pe linia *1* nu poate fi oprită, întrucît există o zonă deja dislocată pe linia *2*, iar orga realizată pe linia *1* nu poate fi menținută sub greutatea prismei libere (dislocate) *G*;

● presiunea se dirijează pe o distanță *d* egală cu pasul *p* (fig. 6 *c*), aceasta este o situație teoretică (de calcul). Corelația între *p* și *d* se determină din condiția de echilibru a prismei *G*, a cărei greutate este:

$$G = L \cdot \gamma \cdot h_{max} \left(d - p + \frac{h_{max} \operatorname{ctg} \alpha}{2} \right),$$

unde:

L este lungimea liniei de orgă;
γ — greutatea specifică medie a rocilor din tavan;

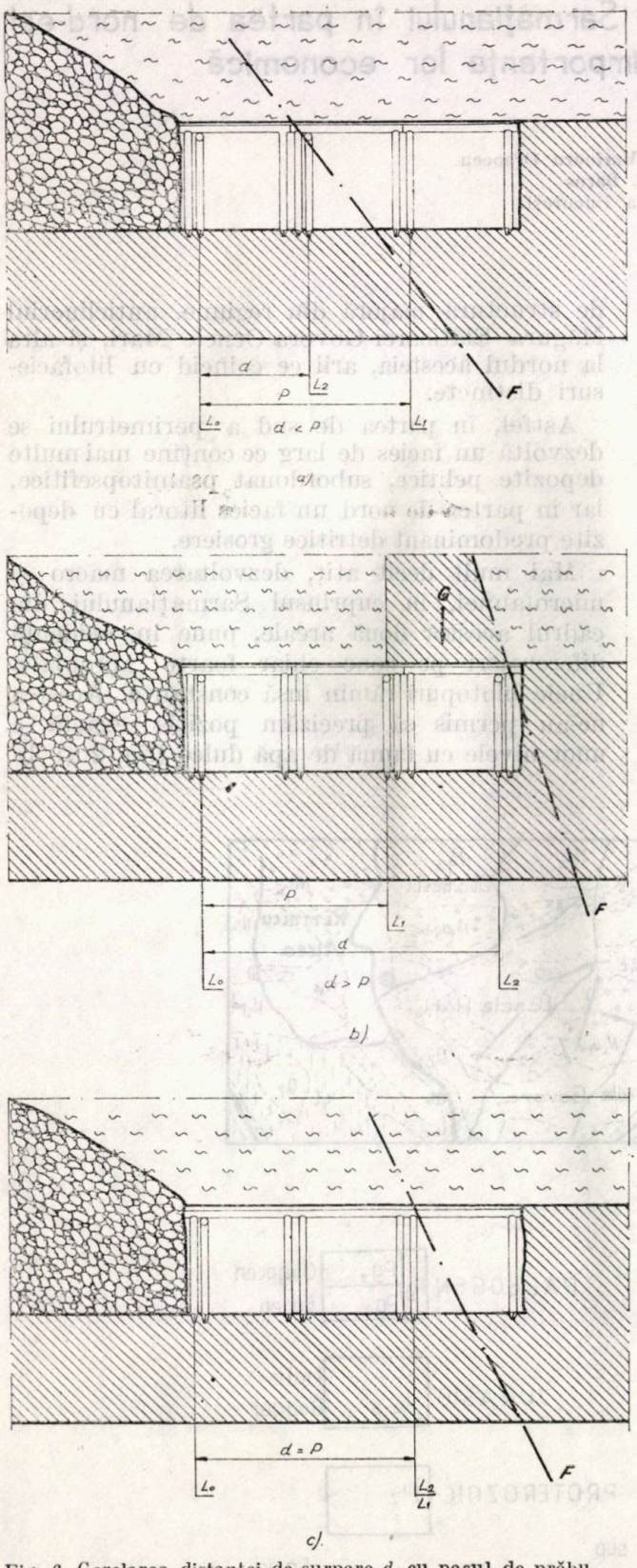


Fig. 6. Corelarea distanței de surpare d cu pasul de prăbușire p determinat analitic și experimental:

L_0 — linia de orgă inițială; L_2 — linia de orgă impusă de falie; L_1 — linia de orgă teoretică

h_{max} — (8—10) h_a — înălțimea de dirijare a acoperișului direct, de 8—10 ori înălțimea h_a a abatajului;

α — unghiul de înclinare a faliei.

Greutatea acestei prisme trebuie să fie menținută în echilibru de elementele de susținere dispuse pe suprafața:

$$S = L(d - p),$$

În practica exploatării zăcămintelor Burloaia și Gura Băii s-a trecut la corelarea distanței de prăbușire d impusă de elementele tectonicii disjunctive, cu pasul de prăbușire p, teoretic și experimental. De cîte ori $d > p$, se adoptă dirijarea presiunii acoperișului pe linia de orgă impusă de existența unei falii F. În schimb, cînd $d < p$, se fac calculele necesare, dacă se poate menține nedirijat numărul de fișii pînă la limita faliei F. Dacă din calcule rezultă că susținerea dispusă pe suprafața S nu rezistă solicitării la care este supusă de greutatea prismei G, atunci se dirijează presiunea de-a lungul liniei L_1 și nu se așteaptă dezvelirea acoperișului pînă în falie și dirijarea presiunii la limita L_2; dacă în schimb susținerea rezistă, atunci se adoptă distanța de prăbușire d.

Elementele tectonicii disjunctive (faliile) rup continuitatea acoperișului, creînd zone de minimă rezistență, fapt de care este necesar să ținem seama la dirijarea presiunii. Considerentele de mai sus încearcă să fie o pledoarie în acest scop.

Bibliografie

[1] Cozma, St. *Contribuții la perfecționarea sistemelor de explorare și deschidere a zăcămintelor extrem de tectonizate.* Buletin I.C.P.M.N., 1980.

[2] Cozma, St. *Cu privire la rezolvarea analitică a unor probleme de falii la mina Burloaia.* Revista Minelor 9/1970.

[3] Bercia, I. ș.a. *Monografia formațiunilor metamorfice din zona cristalino-mezozoică a Carpaților Orientali.* Arhiva I.P.E.G. Cîmpulung Moldovenesc, 1971.

[4] Gabrian, V., Cozma, St. ș.a. *Evoluția metodelor de deschidere, pregătire și exploatare în bazinul minier Borșa.* Buletin I.C.P.M.N., 1972.

Prezența unor faciesuri îndulcite ale Sarmațianului în partea de nord-est a Depresiunii Getice și importanța lor economică

Lector dr. ing. **Marioara Orbocea**
asist. **T. Barus**
Universitatea București

Lucrarea de față reprezintă corelarea unor date de teren și de laborator acumulate în decursul mai multor ani, prin cartări detaliate în formațiunile sarmațiene pe o zonă din nord-estul Depresiunii Getice, cuprinsă între Valea Oltețului și Valea Oltului (fig. 1).

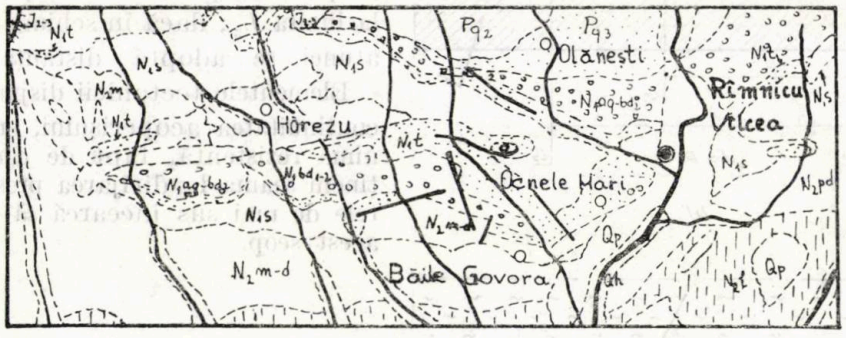
Studiul amănunțit lito-și biostratigrafic ne-a permis punerea în evidență a unor episoade cu apă mai îndulcită, care se pot urmări pe întregul areal. Ele ne-au condus la descifrarea condițiilor paleogeografice și la înțelegerea posibilităților de formare a unor depozite purtătoare de cărbuni.

I. Considerații lito- și biostratigrafice

În sectorul dintre văile Olteț și Olt, Sarmațianul ocupă două arii de sedimentare, una la sud de structura majoră din regiune, anticlinoriul Măgura Slătioarei-Govora-Ocnele Mari, și alta la nordul acesteia, arii ce coincid cu litofaciesuri distincte.

Astfel, în partea de sud a perimetrului se dezvoltă un facies de larg ce conține mai multe depozite pelitice, subordonat psamitopsefitice, iar în partea de nord un facies litoral cu depozite predominant detritice grosiere.

Mai mult decît atît, dezvoltarea macro și microfaunei, în cuprinsul Sarmațianului din cadrul acestor două areale, pune în evidență diferențieri pe zone chiar foarte apropiate. Unele biotopuri rămîn însă constante. Acestea ne-au permis să precizăm poziția exactă a unor nivele cu faună de apă dulce (fig. 2 și 3).



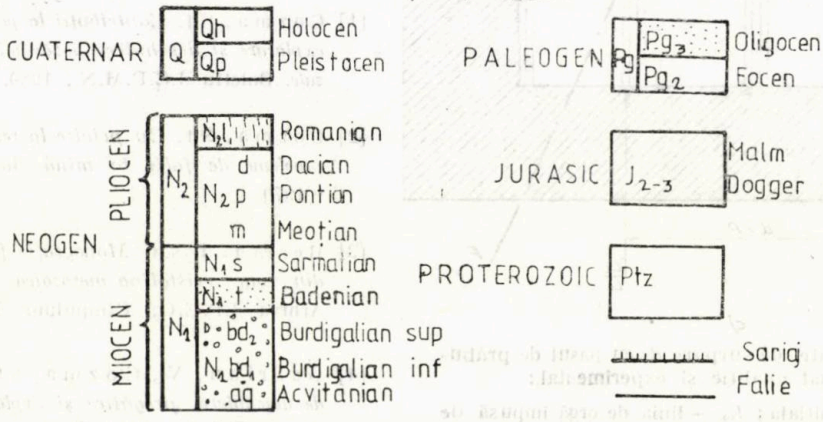


Fig. 1

Volhynianul prezintă o litologie asemănătoare atît în sectorul nordic, cît și în cel sudic. Este reprezentat prin argile marnoase cenușii-vineții care alternează cu strate subțiri de nisipuri gălbui și ruginii. Se mai întîlnesc marne și argile nisipoase cu filme albe calcaroase, intercalații de marno-calcare și gresii lumachelice.

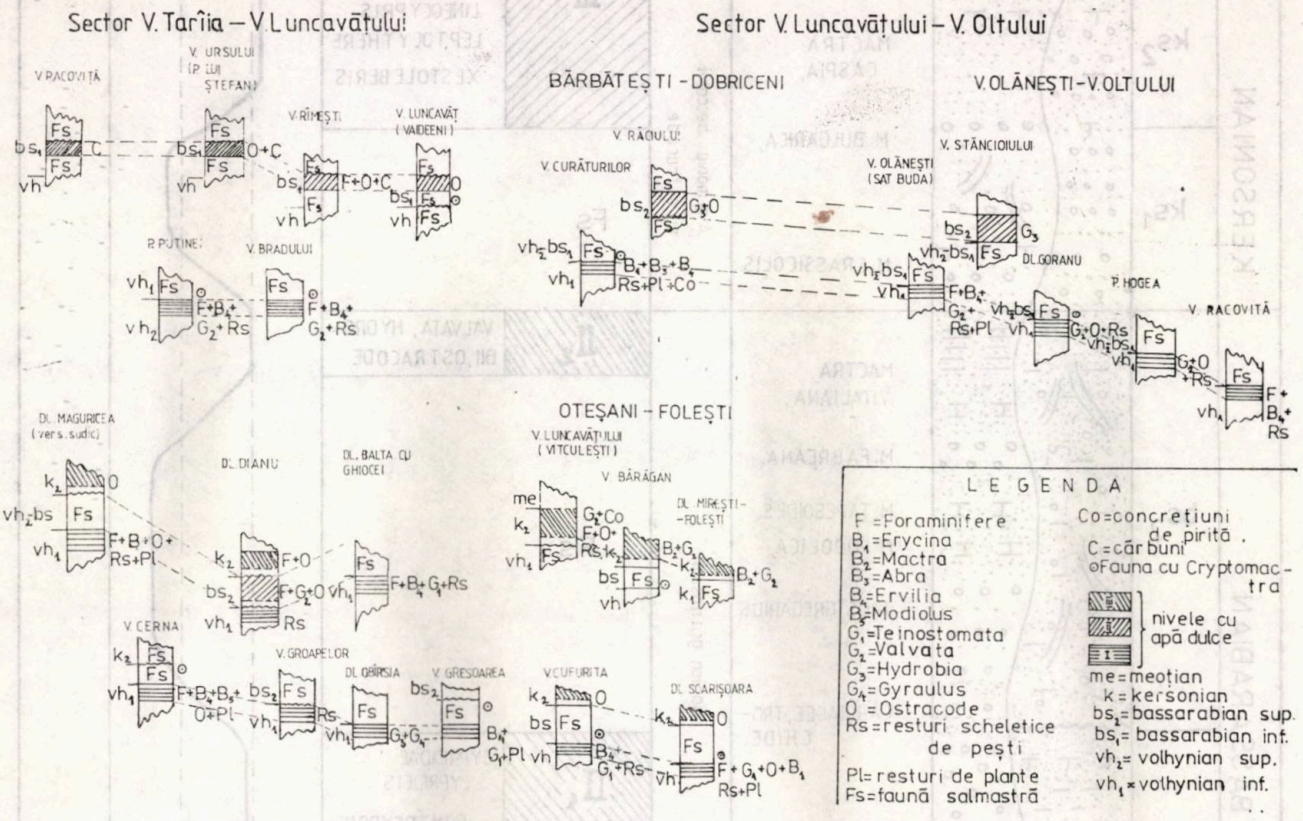


Fig. 2. Amplasarea nivelelor cu fauna îndulcită în zona Valea Tarîia — Valea Oltului

Vîrsta acestor depozite a fost precizată pe baza conținutului faunistic. Judecînd după asociațiile microfaunistice dintr-o serie de profile, putem aprecia unele modificări paleoecologice survenite în timpul Sarmațianului inferior.

Astfel, la scurt timp după schimbările condițiilor bionomice de la limita Badenian-Sarmațian, s-au creat condiții diferite de mediu. În unele zone (dl. Măguricea, V. Cerna, dl. Balta cu Ghiocei, dl. Scărișoara, V. Putinei, V. Bradului, V. Olănești, V. Racoviță), adîncimea relativ pronunțată a apelor (90—100 m) a favorizat dezvoltarea unei paleocenoze caracterizate prin frecvența foraminiferelor Nonion, Elphdium, prezența sporadică a miliolidelor (Quinqueloculina, Articulina) la care se adaugă bivalve (Ervilia), gasteropode (Teinostoma). puține ostracode (Hemicytheria omphalodes omphalodes Renss Aurila mehesi) (Zal.), otolite, dinți de pești.

Se remarcă, în general, la majoritatea foraminiferelor talia mică și testul fragil, ceea ce denotă începutul adaptării lor la scăderea salinității apelor. Abundența în asociație a exemplarelor de Ervilia cu valvele lucioase și transparente denotă în plus că apele aveau un regim salmastru, probabil de tip polihalin (salinitate 30—16 ‰).

În alte zone (dl. Dianu, V. Groapelor, dl. Obîrșia, V. Gresoarea, V. Cufurita, V. Curăturilor, dl. Goranu, p. Hogea) numărul de foraminifere se reduce substanțial pînă la dispariție. Conținutul microfaunistic prezintă în exclusivitate bivalve (Ervilia, Ericyna), gasteropode de apă dulce (Teinostoma, Hydrobia, Gyraulus, Valvata), resturi scheletice de pești și resturi de plante.

În V. Groapelor, dl. Obîrșia, V. Gresoarea, deasupra acestui nivel s-a întîlnit o macrofaună care atestă vîrsta Volhynian superior, alcătuită din: Mactra echwaldi Lask., Tapes vitalianus var. infrasarmaticus Andr., Cerastoderma vindobonense (Partsch) Lask., Modiolus incrassatus d'Orb., Hydrobia frauenfeldi Hoern., Hydrobia cf. lineata Jek.

În V. Curăturilor s-au găsit numeroase exemplare de Potamides picta mitralis (Eichw.) Pirenella picta picta (Eichw.), Pirenella disjuncta disjuncta (Sow).

Deoarece schimbarea salinității a fost semnalată numai în anumite părți din sectoarele

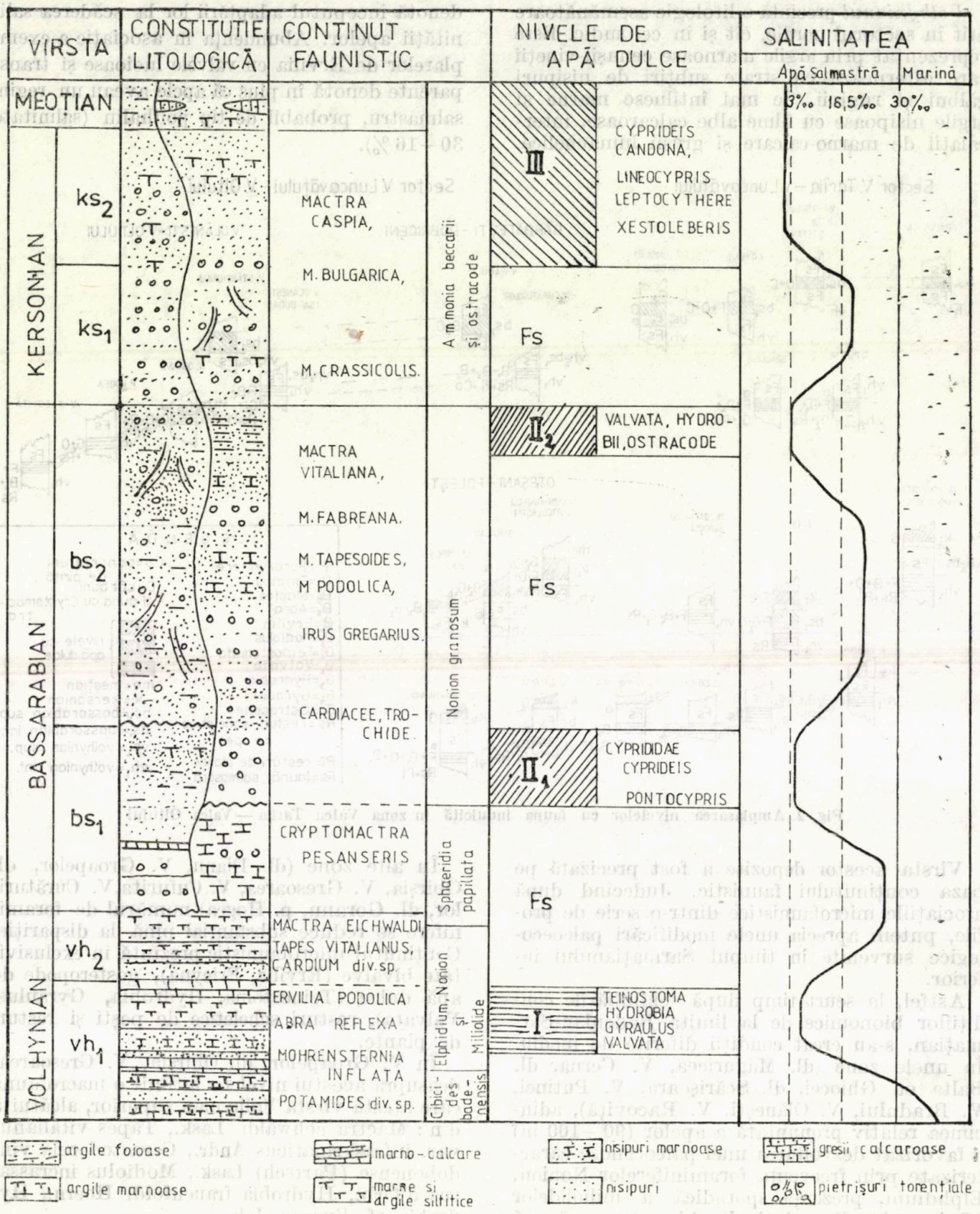


Fig. 3. Sarmațianul din bazinul dacic

nordic și sudic, este de presupus că ea s-a produs în unele golfuri din Volhynianul inferior cu rămășițe ale apelor marine, care au suferit o îndulcire rapidă.

Bassarabianul ocupă o arie largă de răspindire. În sectorul sudic Bassarabianul inferior urmează în continuitate de sedimentare peste depozitele volhyniene și este reprezentat prin marne fin stratificate cu intercalații de nisipuri și mai rar marno-calcare cu Cryptomactra pesanseris.

Bassarabianul superior se dispune discordant și este constituit din nisipuri grosiere și pietrișuri cu grosimi metrice cu stratificație încrucișată, în care apar nivele de marne cenușii și marne rubanate, iar, uneori, nivele lumachelice. În unele locuri (dl. Obîrșia-Oteșani), la partea superioară, suportă un orizont de argile șistoase cu impresiuni de pești. În sectorul nordic Bassarabianul inferior se dispune transgresiv peste Volhynian sau peste depozite mai vechi, jurasice, cretacice sau șisturi cristaline. El debutează prin conglomerate slab cimentate, cu caracter torențial, în care se întîlnesc microconglomerate, nisipuri și argile cenușii gălbui. La Vaideeni (V. Luncavățului), la Bărbătești-Dobriceni (V. Curăturilor), ca și în dl. Goranu, la est de V. Oltului, sub conglomeratele transgresive s-au găsit marne cenușii rubanate cu intercalații de gresii și de marno-calcare dure cenușii gălbui cu exemplare de Cryptomactra.

Peste orizontul conglomeratic urmează un complex nisipos argilos cu lentile de cărbuni și trunchiuri carbonificate, apoi un complex argilos-marnos cu filme calcaroase, ambele identificate de noi între V. Rîmești și V. Recea. Bassarabianul superior este constituit predominant din conglomerate și pietrișuri, dispuse în bancuri metrice cu intercalații centimetrice de marne cenușii și marne argiloase rubanate, în care s-au găsit nivele lumachelice cu Mactra (Sarmatimactra) podolica Eichs., și M. (Sarmatimactra) tapesoides Sinzow.

Caracterul asociațiilor microfaunistice evidențiază în Bassarabian două momente de îndulcire a apelor bazinului de sedimentare.

● Un moment se situează deasupra stratelor cu Cryptomactra pesanseris sau corespondentul acestora din sectorul nordic,în cuprinsul complexului argilos-nisipos cu cărbuni. Din argilele bazale ale acestuia, în anul 1984 s-a determinat o asociație constituită din puține foraminifere (globigerinide remaniate din formațiuni subjacente) și ostracode : stadii juvenile de Cyprididae, Cyprideis și Pontocypris, care indică un facies evident îndulcit. În V. Ursului (p. lui Ștefan), V. Luncavățului (Vaideeni) asociația conține, în exclusivitate, ostracode. Acestea au cochiliile foarte subțiri, neornamentate și dimensiuni mici. Predomină genul Cyprideis reprezentat printr-un număr mare de indivizi.

Sub acest episod dulcicol în V. Rîmești, a fost identificată o faună salmastră de vîrstă Bassarabian inferior alcătuită din : Musculus sarmaticus Gat., Modiolus incrassatus (d'Orb.), Cardium sp., Terebralia lignitarum Eichw., Turbo (Barbotella) hoernesi (Barb.), Cerithium (Thericium) politioanei Barb., Cerithium rubiginosum Sow., Pirenella disjuncta Sow., Calliostoma aff. podolicum Dub.

● Al doilea moment de îndulcire din Bassarabian se situează la partea superioară a acestuia, la limita cu Kersonianul.

Pentru sectorul sudic A. Zberea și col. (1969) citează la limita Bassarabian-Kersonian un complex argilos șistos cu impresiuni de pești, ce reprezintă echivalentul argilelor foioase din vestul Oltețului.

Această tendință de îndulcire este mai accentuată în sectorul nordic, la vest de Olt pe V. Stăncioiului, ca și în zona Bărbătești-Dobriceni, pe V. Răciului. Ea conține valvate, hydrobiide și ostracode : Cyprideis micropunctata (Trb.), Leptocythere scita (Trb.) Linocypris trapezoidea (Zal.) Xextoleberis elongata Schneider.

Kersonianul. Din punct de vedere litologic, acesta conține pietrișuri slab cimentate, cu caracter torențial, care direcțional trec la depozite pelitice sau psamitice. Datorită asemănărilor litologice cu Bassarabianul în sectorul nordic separarea lui este dificilă.

În general, în Kersonian se găsesc lumachele cu M. bulgarica (Toula), M. caspia (Eichw.), M. crassicolis Sinz.

În sectorul sudic, către partea superioară a Kersonianului, se constată o trecere la nisipuri și marne șistoase rubanate urmate de marne cenușii cu intercalații lenticulare de nisipuri și gresii, depozite ce pot fi atribuite meoțianului.

În Kersonian apele bazinului sarmatic au suferit o îndulcire generală. În sectorul sudic, microfauna este foarte săracă, formată din puține foraminifere, de talie mică, adesea exemplare singulare. În unele locuri ele dispar complet, cu excepția genului Ammonia, care suportă variații foarte mari de salinitate. O îndulcire substanțială a avut loc în această regiune în Kersonianul superior, reflectată prin dispariția genului Mactra, care suportă o scădere a salinității pînă la 17‰ (după M.M. Gracevski, 1954) și prin dezvoltarea în exclusivitate a ostracodelor de tip pliocenic : Cyprideis torosa littoralis Brady, C. pannonica (Méhes), Candona ex. gr. candida Muller, Lineocypris trapezoidea Zal., Leptocythere naviculata (Schneider), Xestoleberis sp., cu specii de apă ușor salmastră (oligohalină) sau de apă dulce.

În sectorul nordic, în unele zone mai interne, Sarmațianul superior, ca și partea superioară a Sarmațianului mediu lipsesc. Acolo unde este prezent Sarmațianul superior, caracterul grosier al depozitelor, ca și lipsa microfaunei, nu ne-a permis sesizarea acestei îndulciri. Totuși, avînd în vedere că asociația macrofaunistică constituită din Mactra bulgarica Toula, M. caspia Eichw, M. crassicolis (Sinz.), formează aglomerări mai ales în baza Kersonianului este de presupus că partea superioară a lui a suferit și aici o desalinizare accentuată.

De cele mai multe ori însă, continuitatea de sedimentare dintre depozitele kersoniene și meoțiene face dificilă tasarea acestei limite, îndulcirea de la finele Sarmațianului continuîndu-se și în baza meoțianului.

II. Condițiile paleogeografice din timpul Sarmațianului

Pe baza datelor litofaciale, micropaleontologice, sedimentologice și tectonice se pot trage o serie de concluzii cu privire la paleomediile de sedimentare din timpul Sarmațianului în regiunea studiată.

Astfel, dacă la sfîrșitul Badenianului exista încă un domeniu marin normal, o dată cu Volhynianul are loc o îndulcire treptată a apelor. Privind distribuția pe verticală a faunei sarmațiene (fig. 3), se remarcă faptul că, pe fondul general de scădere a salinității, au existat momente de maximă îndulcire a apelor pînă la o salinitate de tip oligohalin.

În Volhynian oscilații ale salinității apelor se remarcă atît în zona de ramă a bazinului de sedimentare, cît și în partea centrală a avanfosei (pe flancul sudic al anticlinoriului Măgura Slătioarei—Govora—Ocnele Mari).

În Bassarabian, aceste oscilații sînt mai pregnante în zona de ramă a bazinului, în timp ce în zona centrală acest fenomen este mai atenuat. O dată cu Kersonianul se instalează un facies ușor salmastru sau de apă dulce, care va persista și în partea inferioară a Meoțianului.

Pe baza datelor de care am dispus, am încercat o reconstituire paleogeografică a domeniilor de sedimentare în Sarmațian (fig. 4). Ca o particularitate se remarcă faptul că îndulcirea apelor în sectorul dintre V. Oltețului și V. Oltului a început încă din Volhynian, deci ceva mai devreme decît în celelalte sectoare ale subcarpaților. Îndulcirea s-a făcut în episoade de scurtă durată, revenirile apelor determinînd apariția faunei salmastre.

Acest lucru s-ar datora, pe de o parte, ridicării continue a lanțului carpatic, iar, pe de altă parte, așa cum arată și Emilia Saulea (1969), fazelor stirică nouă (de la finele Burdigalianului) și attică (din Sarmațianul mediu). Astfel, faza stirică nouă a avut ca efect apariția unor zone de ridicare în Depresiunea getică. O astfel de zonă a fost și anticlinoriul Măgura Slătioarei—Govora—Ocnele Mari, care a funcționat ca o barieră. După depunerea formațiunilor burdigaliene — respectiv helveține — zona a început să se cuteze și să se ridice, datorită forțelor de compresiune, create de subîmpingerea Platformei moesice. Această ridicare a creat posibilitatea izolării zonei nordice, unde, cu timpul, s-au instalat condiții favorabile formării unui lac puțin adînc, în care își găseau debușeul apele repezi ale văilor, formate în zona carpatică, care era de mult exondată. Apele acestor văi contribuiau substanțial la procesul de desalinizare a lacului. Existența unor astfel de văi repezi este atestată și de frecvența stratificației încrucișată la scară mare.

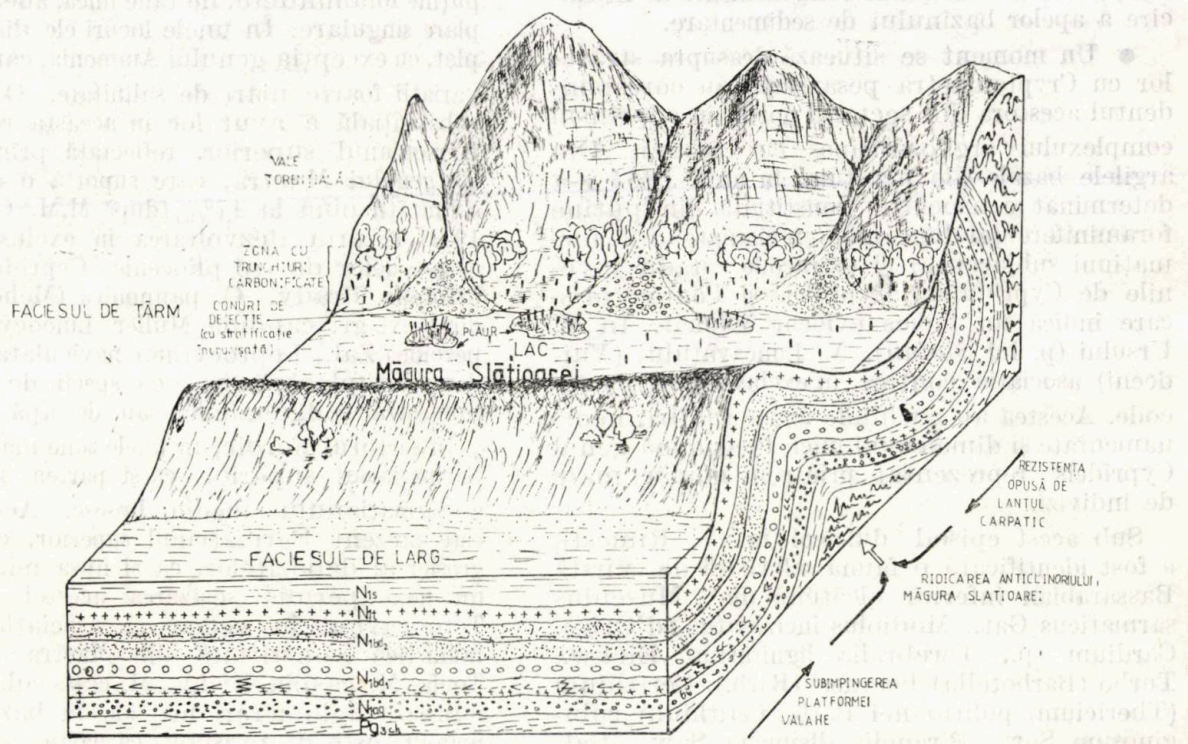


Fig. 4. Paleomedii de sedimentare în timpul Sarmațianului din estul Olteniei

Bariera creată prin ridicarea anticlinoriului Slătioara era adesea submersă (altitudinea ei nu depășea cu mult nivelul apelor), permițînd astfel recurențe salmastre în apele din zona de ramă.

În anumite momente, cum a fost de exemplu spre partea superioară a Bassarabianului inferior, au existat condiții favorabile dezvoltării turbăriilor.

În timpul fazei statice, procesul de ridicare a lanțului carpatic s-a accentuat, avînd ca efect în avanfosă scufundarea acesteia. Acest lucru este marcat în zona cercetată prin transgresiunea Bassarabianului superior. Ulterior, în Kersonian, a avut loc o colmatare puternică a Bazinului dacic, însoțită de exondarea cutelor anticlinale. Aceasta a condus, pe de o parte, la absența depozitelor kersoniene în zonele ridicate sau la instalarea faciesului dulcicol asemănător meoțianului inferior. De aceea, lucrările de foraj pentru petrol nu au identificat prezența depozitelor kersoniene în aceste zone.

În concluzie, lucrarea de față pune în evidență o nouă zonă de îndulcire în Bassarabian pe rama de nord a Bazinului dacic, între V. Olteţului, și V. Oltului. Această îndulcire s-ar datora ridicării anticlinoriului Slătioara care a jucat rolul unei bariere în calea apelor salmastre.

Arii de îndulcire la nivelul Bassarabianului se mai cunosc în Bazinul dacic pe Platforma moldovenească, la nord de linia Fălciu—Vaslui—Bacău, pe Platforma moesică, ca și în bazinul Comănești. Stratigrafia de detaliu din zona cercetată de noi pune în evidență asemănări frapante cu stratigrafia bazinului Comănești, unde în partea superioară a Bassarabianului inferior se găsesc cărbuni exploatabili.

Rezultă deci că la sfîrșitul Bassarabianului inferior a existat în Bazinul dacic un moment carbogenerator, care s-a manifestat și în zona cercetată de noi.

Bibliografie

[1] Barus, T. *Asupra unor iviri de cărbuni din depozitele sarmațiene din zona V. Recea—V. Rimești.* Sub tipar.

[2] Boda, J. *A magyaroszági szarmata emelet és gerinctelen faunaja.* A Magyar Allami Földzani Intérezet Evkönyve, Budapest, 1959.

[3] Orbocea Marioara *Stratigrafia depozitelor miocene și pliocene dintre V. Tărîia și V. Luncavățului (jud. Vîlcea).* Rezumatul tezei de doctorat. I.P.G.G., București, 1972.

[4] Papp, A., Marinescu, E., Seneș, J. *Chronostratigraphie und Neostratotypen. Miozan der Zentralen Paratethys.* Bd. IV M. Sarmatien, Veda, Verlag der Slowachischen Akademie der Wissenschaften Bratislava 1974.

[5] Paucă, M., Zberea, A., Zberea Maria *Sisturile cu pești din sarmațianul Depresiunii Getice (Oltenia).* Studii și cercetări de geol., geofizică, geografie. Geologie tom 26, partea 1. Academia R.S. Romania, București, 1981.

[6] Pîrvu, G. *Studiul geologic complex al zăcămintelor de petrol și gaze din formațiunile miocene dintre Olt și Olteț, cu prifire specială asupra rocilor rezervor.* Lucrare de doctorat. Universitatea București, 1970.

[7] Schneider G. F. *Miofenovaia fauna ostracod Kavkaza i Krîma. Mikrofauna neftianîh mestorojdenii S.S.S.R., sbornic* 1, VNIGRI, vîpusk 34. 1949

[8] Stanceva, M. *Ostracodna fauna ot neoghena v Severnozapadna Bălgarii.* Sarmatki ostracodi Bălgarska Academii na naukite. Kn vol, V, 1963.

[9] Zberea, A., Zberea Maria, Socoleanu, D. *Sinteza lucrărilor de cercetare geologică pentru cărbuni în zona neogenă între Dunăre și V. Oltului* (sector V. Olteț—V. Otăsău). Problema III/4. Raport geologic, IGP, București, 1969.

* * * *Atlas litofacial VI Neogen.* Comitetul de Stat al Geologiei. Institutul Geologic București, 1969.

Gheața și acțiunea ei distructivă în componentele instalațiilor tehnologice (II)

Prof. dr. ing. **A. Pavel**
Institutul de petrol și gaze Ploiești

Pentru exemplificare, în continuare, se analizează trei cazuri reprezentative de avarii, ca efect al acțiunii distructive a gheții, la unele sisteme, ca: mantaua unui rezervor sferic de 1000 m^3, tubulatura unei ramificații de conductă tehnologică, împreună cu blindele sale și, respectiv, reazemul chesonat al unui vas tehnologic de faclă rece, împreună cu mantaua cilindrică corespunzătoare.

Cazul rezervorului sferic. Rezervorul respectiv, (presiune de calcul—8,8 bar) are capacitatea nominală de 1 000 m^3 și se reazemă — la nivel ușor subecuatorial — pe zece picioare tubulare verticale (fig. 5 *a*). Mantaua sferică a rezervorului, cu diametrul interior de 12 400 mm și grosimea peretelui de 24 mm, s-a executat în construcție sudată (pe șantier), din oțelul sovietic 16GS (GOST), avînd următoarele caracteristici elastomecanice de referință: rezistența de rupere $\sigma_r =$ =min. 480 N/mm^2; limita tehnică de curgere $\sigma_c = \sigma_{0,2} =$ min. 350 N/mm^2; lungirea specifică la rupere $\delta_{10} = 18\%$; modulul de elasticitate longitudinal $E_0 = 2{,}06 \cdot 10^5$ N/mm^2; coeficientul lui Poisson $\mu_0 = 0{,}3$. Cele zece picioare verticale ale sistemului de rezemare discretă

s-au executat din cîte două tronsoane tubulare, structurate geometric în mod corespunzător (fig. 5), după cum urmează* : tronsonul superior, denumit ciot — în construcție sudată, din

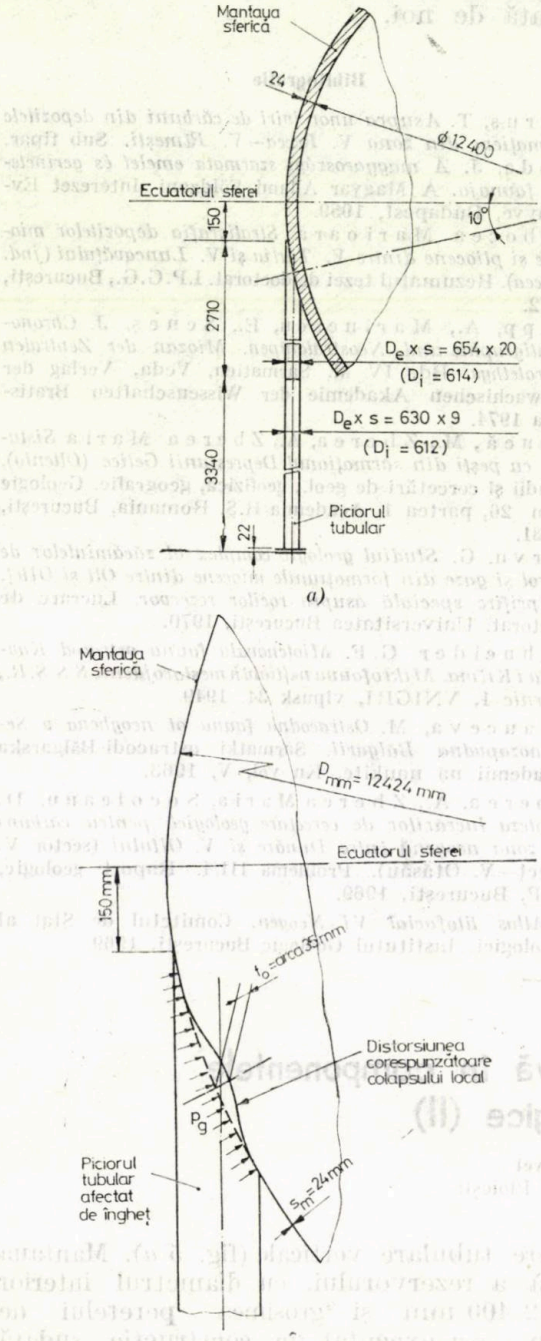


Fig. 5. Detaliul sistemului de rezemare al rezervorului sferic de 1 000 m³ pentru amoniac lichefiat : *a* — schița constructivă ; *b* — colapsul local al mantalei

tablă (16GS) roluită, cu diametrul exterior $D_e = 654$ mm, grosimea de perete $s = 20$ mm (diametrul interior $D_i = 614$ mm) și lungimea $L = 2\,710$ mm, fiind închis, la partea de sus, cu un capac sudat ; tronsonul inferior — din țeavă laminată, cu dimensiunile $D_e \times s \times L = 630 \times 9 \times 3318$ mm ($D_i = 612$ mm). Pentru verificarea etanșeității și, deci, a calității tuturor sudurilor fiecărui picior tubular, în parte, după întregirea pe șantier, printr-o încercare standard de presiune pneumatică, în zona de sus a tronsonului superior s-a practicat cîte un orificiu ∅10 mm, filetat, care — ulterior — trebuia bușonat. Ca urmare a nebușonării orificiilor respective, în timp, în incinta picioarelor tubulare s-a acumulat apă (prin prelingere), aceasta provenind din stropirea estivală controlată, din precipitațiile atmosferice sezoniere, din efectul condensării pe metal a umidității din atmosferă etc. Cum drenarea periodică a picioarelor tubulare nu s-a avut în vedere, în stadiul proiectării rezervorului sferic în discuție, iarna a surprins unul dintre cele zece picioare în starea umplerii sale aproape complete (circa 95 %) cu apă, cauzîndu-i înghețarea.

Pentru :

a) $\rho = 999{,}8691$ kg/m³ (tab. 2, la $t = 0{,}0$°C) și $E = \beta_p^{-1} = (50{,}89 \cdot 10^{-11})^{-1}$ N/m² $= 1{,}965 \cdot 10^9$ N/m² $= 1965$ MPa (tab. 4, la $t = 0$°C) — în condițiile a p e i și

b) $\rho_g = 920$ kg/m³ (tab. 3, la $t_g = 0$°C ; deci $\rho/\rho_g = 999{,}8691/920 = 1{,}0868 \rightarrow 8{,}68$ % — creșterea de volum la solidificarea prin înghețare, respectiv la cristalizarea apei), $\mu_g = 0{,}36$ (tab. 1), $E_g = 9\,000$ MPa (tab. 1), $k_g = 0{,}60$ (se presupune numai o î n g h e ț a r e p a r ț i a l ă → casetă sau dop de gheață), $k_{aer} = 0{,}05/1{,}0868 = 0{,}046$ și $f_1 = 1{,}7408\,(1-k_g)/(2-1{,}36\,k_g) = 0{,}5881$ (tab. 5 — incintă cilindrică circulară) — în condițiile g h e ț i i,

rezultă (formula 2, pentru alternativa cu $p_0 = 1$ bar $= 0{,}10$ MPa) :

$$A = \frac{\dfrac{999{,}8691-920}{999{,}8691}\cdot\dfrac{1965}{0{,}10}\cdot\left(0{,}60-\dfrac{999{,}8691}{999{,}8691-920}\,0{,}046\right)}{1-0{,}60+\dfrac{1965}{9\,000}\cdot 0{,}5881} =$$

$$= 71{,}69\,;$$

$$B = \frac{\dfrac{1965}{0{,}10}\cdot 0{,}046}{1-0{,}60+\dfrac{1965}{9\,000}\cdot 0{,}5881} = 1\,711\,;$$

$$p_g = \frac{1}{2}\cdot[1+71{,}69+\sqrt{(1+71{,}69)^2+4\cdot 1\,711}] =$$

$$= 91{,}41 \text{ bar},$$

*) Mihăescu C. D. *Recipiente sferice pentru depozitarea fluidelor sub presiune*. București, I.D.T., 1966.

în starea înghețării cvasicomplete obținîndu-se (pentru $k_g = 0{,}95$ și $f_1 = 0{,}1229$; $A = 19\,396$, $B = 11\,764$ și $p_g = 19\,398$ bar, iar în starea unei înghețări avansate corespund valorile (pentru $k_g = 0{,}80$ și $f_1 = 0{,}3817$): $A = 1242$, $B = 3190$ și $p_g = 1246$ bar.

Exercitarea unor asemenea intensități, de-a dreptul extraordinare, ale presiunii gheții a implicat compromiterea sistemului de rezemare discretă la rezervorului sferic, care se putea materializa fie prin cedarea piciorului tubular — sub forma plesnirii sau/și desprinderii de manta, ca efect direct al presurizării interioare —, fie prin colapsul local al mantalei sferice — sub forma unei accentuate scofilciturii, în dreptul piciorului, respectiv între limitele conturului său de fixare (sudare) la manta, ca efect nemijlocit al presurizării exterioare.

Presiunea minimă de plesnire, corespunzătoare celor două tronsoane tubulare ale piciorului afectat de îngheț, are următoarele valori [14]:

• pentru tronsonul superior, cu $D_m = 0{,}5(D_e + D_i) = 0{,}5 \cdot (654 + 614) = 634$ mm, $\delta = \delta_{10}$ și $\varphi = 0{,}90$ — coeficientul de rezistență al sudurilor:

$$p_{ds} = \frac{2\varphi\sigma_t}{1+\delta}\left(\frac{s}{D_m}\right) = \frac{2 \cdot 0{,}90 \cdot 480}{1 + 0{,}18} \cdot \left(\frac{20}{634}\right) =$$

$$= 23{,}0979 \text{ MPa} = 230{,}979 \text{ bar}; \qquad (11)$$

• pentru tronsonul inferior cu $D_m = 0{,}5 \cdot (630 + 612) = 621$ mm, $\delta = \delta_{10}$ și $\varphi = 1{,}00$:

$$p_{di} = \frac{2 \cdot 1{,}00 \cdot 480}{1 + 0{,}18} \cdot \left(\frac{9}{621}\right) = 11{,}7907 \text{ MPa} =$$

$$= 117{,}907 \text{ bar},$$

prin urmare $p_{di} < p_{de}$, ceea ce confirmă susceptibilitatea mai mare la plesnire a tronsonului inferior.

Presiunea critică minimă, corespunzătoare colapsului local al mantalei sferice (pierdere de stabilitate în mare) în zona piciorului tubular afectat de îngheț, are următoarea intensitate [14]:

$$p_{cr\,min} = 0{,}8\ E_0\left(\frac{s_m}{D_{mm}}\right)^2 =$$

$$= 0{,}8 \cdot 2{,}06 \cdot 10^5 \cdot \left(\frac{24}{12\,424}\right)^2 = 0{,}6150 \text{ MPa} =$$

$$= 6{,}150 \text{ bar},$$

întrucît $s_m = 24$ mm — grosimea peretelui mantalei sferice și $D_{mm} = 12\,424$ mm — diametrul mediu al aceleiași mantale.

Așadar, $p_{cr\,min} = 6{,}150$ bar $\ll p_g = 91{,}41$ bar $< p_{di} = 117{,}907$ bar $\ll p_{ds} = 230{,}979$ bar, respectiv $p_{ds} = 230{,}979$ bar $\ll p_g = 1246{,}000$ bar, ceea ce indică prioritatea cedării prin colaps local a mantalei sferice în condițiile înghețării (parțiale sau complete a) apei din piciorul tubular dat.

Potrivit rezolvării Karman-Tsien, presiunea critică maximă, corespunzătoare de asemenea colapsului local al mantalei sferice (pierdere de stabilitate în mic) în zona piciorului tubular afectat de îngheț, are valoarea [14]:

$$p_{cr\,max} = 3{,}9264\ E_0\left(\frac{s_m}{D_{mm}}\right)^2 =$$

$$= 3{,}9264 \cdot 2{,}06 \cdot 10^5 \cdot \left(\frac{24}{12\,424}\right)^2 =$$

$$= 3{,}0183 \text{ MPa} = 30{,}183 \text{ bar} \ll p_g = 91{,}41 \text{ bar},$$

pentru care amplitudinea distorsiunii radiale (săgeții) maxime, respectiv adîncimea maximă a scofilciturii formate, este [14]:

$$f_0 = 1{,}248\ s_m = 1{,}248 \cdot 24 = 29{,}952 \text{ mm},$$

aceasta din urmă putînd ajunge — ulterior — pînă la:

$$f_{0\,max} = 9{,}349\ s_m = 9{,}349 \cdot 24 = 224{,}376 \text{ mm},$$

cînd:

$$p'_{cr\,max} = 1{,}9016\ E_0\left(\frac{s_m}{D_{mm}}\right)^2 =$$

$$= 1{,}9016 \cdot 2{,}06 \cdot 10^5 \cdot \left(\frac{24}{12\,424}\right)^2 =$$

$$= 1{,}4618 \text{ MPa} = 14{,}618 \text{ bar} \ll p_g = 91{,}41 \text{ bar}$$

Procedîndu-se la revizia interioară planificată (în sezonul cald) a rezervorului sferic, în dreptul piciorului tubular afectat de îngheț a fost constatată existența unei distorsiuni a mantalei, cu profilul și adîncimea redate în figura 5 *b*. Examinarea cu atenție, din exterior, a piciorului tubular respectiv și a zonei de manta aferente acestuia nu a descoperit vreo anomalie geometrică sau de structură constructivă și de material. În schimb, după perforarea la bază a piciorului dat, din interiorul său s-au scurs aproximativ 1600 l de apă murdară. S-au putut conchide, astfel, următoarele:

1 — colapsul local al mantalei sferice s-a datorit acțiunii distructive a gheții, presiunea aces-

teia fiind considerabil mai mare decît cea critică corespunzătoare (p_g = 91,410 bar, față de $p_{cr\,min}$ = 6,150 bar și de $p_{cr\,max}$ = 30,183 bar);

2—efectul de „descărcare" a apăsării gheții, materializat ca urmare a survenirii colapsului local al mantalei sferice, a preîntîmpinat deteriorarea prin plesnire sau/și desprindere de manta a piciorului tubular; de altfel, pentru $p_2 = p_{cr\,min}$ = 6,15 bar, $p_1 = p_g$ = 91,41 bar și C = 0,15 (formulele 6 și 9), rezultă:

$$p_x = \frac{6{,}15 + 0{,}15 \cdot 91{,}41}{1 + 0{,}15} = 17{,}27 \text{ bar} \ll p_{di} = 117{,}907 \text{ bar};$$

3—amplitudinea măsurată f_0 = circa 35 mm (fig. 5 *b*) a fost mai mare decît cea calculată f_0 = 29,952 mm, teoretic putînd ajunge — prin accentuarea distorsiunii (scofîlciturii) — pînă la $f_{0\,max}$ = 224,376 mm, întrucît p_x = 17,27 bar > $p'_{cr\,max}$ = 14,618 bar;

4—saltul de presiune, cu efect șocant, corespunzător depresurizării brutale de la nivelul $p_1 = p_g$ = 84,30 bar pînă la nivelul $p_2 = p_{cr\,min}$ = 6,15 bar, în momentul survenirii colapsului local, a avut intensitatea:

$$\Delta p = 0{,}15(p_1 - p_2) = 0{,}15 \cdot (91{,}41 - 6{,}15) = 12{,}79 \text{ bar}.$$

Evident, în cazul analizat, acțiunea distructivă a gheții se putea preîntîmpina în primul rînd prin evitarea acumulării unei cantități mari de apă în piciorul tubular, ceea ce impunea fie bușonarea orificiului ∅10 mm, fie practicarea, la baza piciorului respectiv, a unui orificiu de drenare (care să nu fie astupat la aplicarea stratului betonat de protecție antifoc).

Cazul tubulaturii unei ramificații de conductă tehnologică. În figura 6 se prezintă, schematizată exemplificativ și simplificat, ramificația blindată a unei conducte tehnologice sub presiune (17...20 bar) din cadrul unei instalații de dezasfaltare. Tubulatura ramificației este constituită din țevi laminate și curbe îndoite din țeavă, executate dintr-un oțel carbon cu σ_r = min. 540 N/mm², $\sigma_c = \sigma_{0,2}$ = min. 410 N/mm² și δ = 11 %. În timpul exploatării îndelungate (circa 20 de ani) a sistemului conductei tehnologice, ramificația respectivă s-a transformat într-un colector de apă, aceasta din urmă fiind inevitabil prezentă în propan și separîndu-se în virtutea acțiunii cîmpului gravific terestru. Iarna aspră din 1984—1985 a produs înghețarea apei din sistemul tubular.

Pentru:

a) ρ = 999,8691 kg/m³ (tab. 2, la t = 0,0°C) și E = 1 965 MPa (tab. 1 și 4, la t = 0°C) — în condițiile apei și

b) ρ_g = 916,9 (1 − 0,000158 t_g) = 916,9 · [1 − 0,000158(− 20)] = 919,8 kg/m³ (tab. 1, pentru n_g = 0, la t_g = − 20° C), deci ρ/ρ_g = 1,0871 → → 8,71 %, μ_g = 0,36 (tab. 1), $E_g = 9 \cdot 10^3(1 - 0{,}0016\, t_g) = 9 \cdot 10^3 \cdot [1 - 0{,}0016 \cdot (-20)]$ = 9 288 MPa (tab. 1, la t_g = − 20°C), k_g = 0,80 (se presupune numai o înghețare moderată sub formă de casetă, cu nucleu

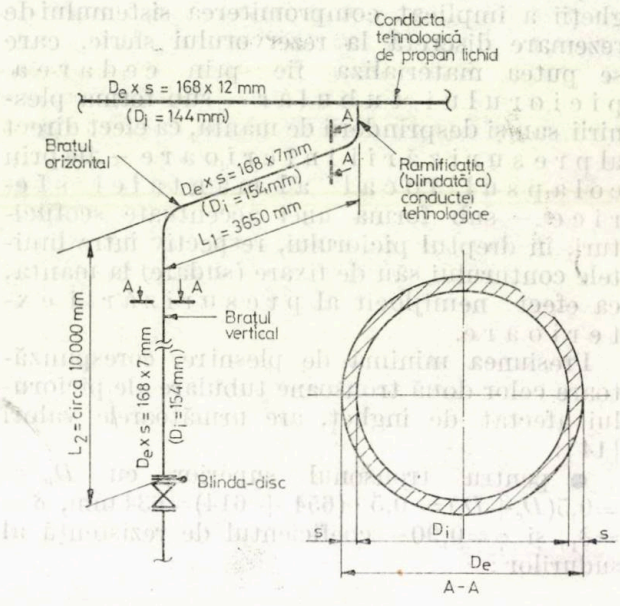


Fig. 6. Ramificația blindată a unei conducte tehnologice de propan lichid sub presiune. Schematizare simplificată

de apă), k_{aer} = 0,00 și f_1 = 0,3818 (tab. 5 — incintă cilindrică circulară),

rezultă (formula 2, p_0 = 1 bar = 0,10 MPa):

$$A = \frac{\frac{999{,}8691 - 919{,}8}{919{,}8} \cdot \frac{1\,965}{0{,}10} \cdot (0{,}80)}{1 - 0{,}80 + \frac{1\,965}{9\,288} \cdot 0{,}3818} = 4\,873{,}8;$$

$$B = 0;$$

$$p_g = \frac{1}{2}[2(1 + A)] = 1 + 4\,873{,}8 = 4\,874{,}8 \text{ bar},$$

în starea înghețării incipiente obținîndu-se (pentru k_g = 0,10 și f_1 = 0,8405): A = 452,74, B = 0 și p_g = 453,74 bar, iar în starea unei înghețări cvasitotale corespunzînd valorile (pentru k_g = 0,95 și f_1 = 0,1229): A = 21 381, B = 0 și p_g = 21 382 bar.

Desigur, asemenea intensități — aparent neverosimile — ale presiunii gheții, generate în interiorul tubulaturii ramificației de conductă schematizate în figura 6, au implicat riscul cedării prin plesnire. Cum tubula-

tura respectivă era grav afectată de coroziune la interior (sub formă de pitting, pete, plăgi, şanţuri etc.), unele pete de coroziune atingînd adîncimi de pînă la 5 mm (aici grosimea de perete reziduală fiind de numai 2 mm), evident, amorsa cedării trebuia să se localizeze într-unul — oricare — dintre punctele cele mai compromise prin diminuarea mai mult sau mai puţin locală a grosimii de perete.

Presiunea de plesnire, corespunzătoare componentelor tubulare rectilinii ale ramificaţiei de conductă afectate de îngheţ (fig. 6), se determină cu formula (11) şi are următoarele valori (pentru $\varphi = 1{,}00$):

— în starea nominală, cu $s = 7$ mm şi $D_m = D_i + s = 154 + 7 = 161$ mm:

$$p_{dn} = \frac{2 \cdot 540}{1 + 0{,}11} \cdot \left(\frac{7}{161} \right) = 42{,}303 \text{ MPa} =$$

$$= 423{,}03 \text{ bar} < p_g = 453{,}74 \text{ bar};$$

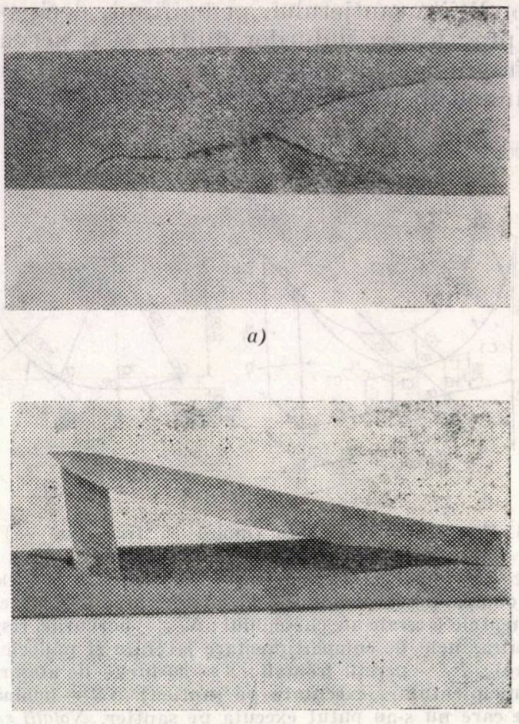
— în stare corodată puternic la interior, cu $s = 2$ mm (în dreptul unor pete de coroziune cu diametrul de 20...40 mm) şi $D_m = D_e - s = 168 - 2 = 166$ mm:

$$p_{dc} = \frac{2 \cdot 540}{1 + 0{,}11} \left(\frac{2}{166} \right) = 11{,}723 \text{ MPa} =$$

$$= 117{,}23 \text{ bar} \ll p_g = 453{,}74 \text{ bar}.$$

Prin urmare, în condiţiile îngheţării apei acumulate în incinta sa, ramificaţia de conductă din figura 6 putea să cedeze prin plesnire chiar în starea nominală, fiind catastrofal compromisă ca efect ulterior al coroziunii interioare. De altfel, în iarna geroasă a anului 1985 (februarie), ramificaţia respectivă a cedat prin plesnirea tubulaturii constituind braţul orizontal (cu lungimea de 3 650 mm — fig. 6), iniţierea ruperii amorsîndu-se într-o pată de coroziune, în zona de coamă. Frontul ruperii brutale (casante) s-a propagat longitudinal circa 200 mm, după care s-a ramificat la ambele extremităţi (fig. 7 *a*), însă propagarea ruperii pe două fronturi cvasiparalele a continuat numai circa 300 mm în stînga, după care s-a blocat şi peste 1 100 mm în dreapta (spre conducta tehnologică de propan lichid), după care a survenit o desprindere violentă de material (în formă de lance — fig. 7 *b*). Aceasta din urmă a facilitat descărcarea în atmosferă, la o înălţime de 10...20 m deasupra solului şi în numai 30...45 s, a circa 5 t de propan şi formarea rapidă a unui imens nor de gaze. Aşadar, se pot conchide următoarele:

1—plesnirea braţului orizontal al ramificaţiei s-a datorit acţiunii distructive a gheţii, presiunea acesteia fiind mai mare (în starea nominală) sau considerabil mai mare (în starea nominală cu $k_g > 0{,}10$, de asemenea în starea corodată) decît cea corespunzătoare de distrugere ($p_{dn} = 423{,}03$ bar, respectiv $p_{dc} = 117{,}23$ bar);



a)

b)

Fig. 7. Aspectul cedării prin plesnire pe coamă a tubulaturii braţului orizontal:

a — zona amorsei de rupere brutală (casantă); *b* — desprinderea de material

2—saltul de presiune cu efect şocant, corespunzător depresurizării brutale de la nivelul $p_1 = p_g$ pînă la nivelul presiunii de referinţă $p_2 = p_0 = 1$ bar, în momentul plesnirii tubulaturii, a avut cel puţin intensitatea (pentru $k_g \geq 0{,}10$):

$$\Delta p_{min} = 0{,}15(p_1 - p_2) = 0{,}15(p_g - p_0) \geq$$

$$\geq 0{,}15 \cdot (453{,}74 - 1) = 67{,}91 \text{ bar},$$

în alternativa cu $k_g = 0{,}80$ rezultînd:

$$\Delta p = 0{,}15 \cdot (4\,874{,}8 - 1) = 731{,}07 \text{ bar}.$$

Cazul vasului tehnologic de faclă rece. Recipientul (vasul) cilindric orizontal de faclă rece, principial asemănător cu cel prezentat în lucrarea corespunzătoare [14], este echipat cu două reazeme chesonate de tipul cu şa (fig. 8), dintre care unul este liber şi mobil faţă de blocul fundaţiei din beton armat. Şeile propriu-zise s-au sudat la manta în uzina constructoare, însă reazemele respective s-au ataşat — prin sudare — la corpul recipientului,

în condițiile șantierului, nemaifiind, deci, posibilă practicarea sudurilor dintre șa și nervurile (diafragmele) interioare care delimitau compartimentul mijlociu (*C* 1 în fig. 8). Între

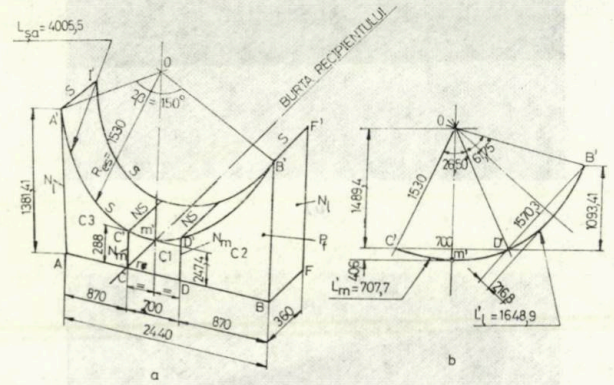


Fig. 8. Reazemele chesonate (mobil și fix — fără șa) ale recipientului (vasului) de faclă rece:
a — schița constructiv-geometrică; *b* — schemă de calcul; *C* 1 — compartimentul mijlociu al chesonului; *C* 2,3 — compartimentele laterale ale chesonului; $N_{l,m}$ — nervurile, respectiv diafragmele de compartimentare laterale și mijlocii (interioare); P_f — pereții frontali; *S* — sudurile de atașare la șaua recipientului, executate pe șantier; *NS* — îmbinările sudate care nu s-au putut executa pe șantier. *Notații și dimensiuni*: $D_{it} = 2R_{it} = 3\,000$ mm este diametrul interior tehnologic al mantalei recipientului; $D_e = 2R_e = 3\,020$ mm — diametrul exterior al mantalei recipientului; $s_1 = 10$ mm — grosimea totală a peretelui mantalei; $D_{es} = 2R_{es} = 3060$ mm — diametrul exterior al șeilor; $s_s = 20$ mm — grosimea totală a unei șei; $L_{șa}$, L_m, L_l — lungimile caracteristice pentru șa

talpa reazemelor și fundația din beton armat s-a prevăzut intercalarea unei plăci termoizolante, destul de groase, din lemn ignifugat și grafitat.

La puțină vreme după punerea în exploatare a instalației tehnologice și a sistemului corespunzător de faclă rece, la recipientul acestuia din urmă, respectiv în zona reazemului mobil, au fost constatate — printre altele [14] — următoarele:

- la nivelul tălpii reazemului, un colier din țeavă perforată sufla aer cald, atunci cînd temperatura (măsurată cu termocupluri) cobora sub −30°C; evident, această amenajare — practicată și la reazemul fix — nu se prevăzuse prin proiect;
- talpa reazemului s-a distorsionat puternic, cele patru colțuri ale sale fiind ridicate de pe fundație, respectiv de pe placa metalică de glisare, cu pînă la circa 120 mm;
- compartimentul mijlociu *C* 1 (fig. 8) conținea apă și gheață (s-au practicat orificii în pereții frontali);
- în cîmpul compartimentului *C* 1, șaua era deformată/distors.onată, fiind bombată — progresiv și uniform — înspre interiorul mantalei (împreună cu aceasta din urmă), cu o săgeată maximă de circa 150 mm, iar talpa chesonului era distorsionată potrivit pct. 2 (s-au practicat patru ferestre de control — cîte una, în pereții frontali ai compartimentului *C* 1 și în nervurile laterale ale chesonului).

Avîndu-se în vedere:

a) lipsa de etanșeitate a chesonului, constatată, de altfel, de la bun început, în urma unei testări pneumatice, aceasta înlesnind acumularea în compartimente a apei provenind din diferite surse (dezghețare a zăpezii și gheții formate pe pereții metalici, fenomenul de respirație, precipitațiile atmosferice, acestea toate împreună ș.a.);

b) diferențele de temperatură considerabile, care, datorită funcțiilor tehnologice ale recipientului (vasului) de faclă rece, apar ca atare între partea rece din interior a mantalei și talpa reazemului; evident, diferențele respective depind de fluxul și natura fluidelor evacuate în circuitul de faclă, de condițiile climatice etc. și ele sînt maxime în sezonul estival;

c) acțiunea extrem de defavorabilă și necontrolabilă a suflării de aer cald la nivelul tălpii chesonului,

investigarea cauzală a avariei survenite, în cazul de față, s-a referit mai întîi la reazemul mobil și s-a efectuat în condițiile următoarelor ipoteze:

- acumularea apei și înghețarea incipientă a acesteia ($k_g = 0{,}10$; $k_{aer} = 0{,}005$) în compartimentul mijlociu *C* 1 al reazemului chesonat (fig. 8);
- neuniformitatea cîmpului termic în elementele componente ale aceluiași tip de reazem;
- funcționarea defectuoasă a reazemului mobil.

Desigur, numai prima ipoteză face obiectul lucrării prezente, celelalte două ipoteze fiind studiate detaliat în lucrarea corespunzătoare [14].

Pentru:

a) $\rho = 999{,}8691$ kg/m³ (tab. 2, la $t = 0{,}0$°C) și $E = \beta_p^{-1} = 1\,965$ MPa (tab. 4, la $t = 0$°C) — în condițiile apei și

b) $\rho_g = 920$ kg/m³ (tab. 3, la $t_g = 0$°C, deci $\rho/\rho_g = 1{,}0868 \rightarrow 8{,}68$ %), $\mu_g = 0{,}35$ (tab. 1), $E_g = 9\,000$ MPa (tab. 1) și $f_1 \approx 0{,}85$ (incintă cvasiparalelipipedică) — în condițiile gheții,

rezultă (formula 2, pentru alternativa cu $p_0 = 1$ bar $= 0{,}10$ MPa):

$$A = \frac{\frac{999{,}8691-920}{999{,}8691}\cdot\frac{1965}{0{,}10}\left(0{,}10-\frac{999{,}8691}{999{,}8691-920}\cdot 0{,}005\right)}{1-0{,}10+\frac{1\,965}{9\,000}\cdot 0{,}85} = 54{,}08;$$

$$B = \frac{\frac{1\,965}{0{,}10}\cdot 0{,}005}{1-0{,}10+\frac{1\,965}{9\,000}\cdot 0{,}85} = 90{,}50;$$

$$p_g = \frac{1}{2}\cdot[1+54{,}08+\sqrt{(1+54{,}08)^2+4\cdot 90{,}50}] =$$

$$= 56{,}68 \text{ bar},$$

în starea i p o t e t i c ă cu $k_{aer} = 0{,}00$ corespunzînd valorile: $A = 144{,}59$, $B = 0$ și $p_g = 145{,}59$ bar, iar în starea de asemenea i p o t e t i c ă cu $k_g = 0{,}01$ ($f_1 \approx 0{,}87$) și $k_{aer} = 0{,}00$ obținîndu-se $A = 13{,}30$, $B = 0$ și $p_g = 14{,}3$ bar.

Considerînd notațiile generale: A_g — aria suprafeței de apăsare a gheții, în mm² ($A_g = 2{,}52 \cdot 10^5$ mm² pentru șa și talpă, $A_g = 1{,}0368 \cdot 10^5$ mm² pentru nervurile interioare și $A_g = 1{,}8265 \cdot 10^5$ mm² pentru pereții frontali — componente ale compartimentului C 1 —fig. 9), respectiv $P_g = A_g p_g$ — forța de apăsare a gheții, în N, modelul geometric al d i s t o r s i o n ă r i i reazemului chesonat m o b i l, ca

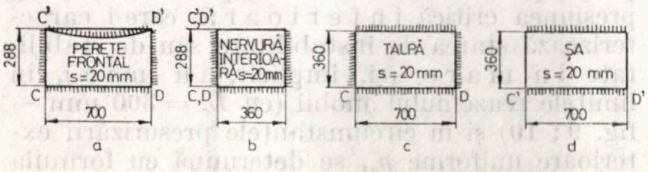


Fig. 9. Componentele alcătuitoare ale compartimentului mijlociu (C 1) al reazemului chesonat

urmare a apăsării gheții corespunzătoare umplerii complete cu apă a compartimentului mijlociu C 1, este schematizat în figura 10.

Talpa reazemului. Parametrul (indicatorul, simplexul) geometric al tălpii (fig. 9 *c*) este $\omega = b/a = 360/700 = 0{,}514$, grosimea sa fiind $s = 20$ mm.

Într-o primă alternativă ,se consideră că toate laturile sînt s i m p l u r e z e m a t e, iar sarcina p_g este repartizată u n i f o r m pe toată suprafața tălpii compartimentului C 1. În centru, rezultă [14]:

$$\sigma_{max} = -\frac{0{,}75\, b^2 p_g}{s^2(1+1{,}61\omega^3)} = -199{,}40 p_g, \text{ N/mm}^2, \tag{12}$$

$$w_{max} = \frac{0{,}1422\, b^4 p_g}{E_0 s^3(1+2{,}21\,\omega^3)} = 1{,}09\, p_g, \text{ mm}, \tag{13}$$

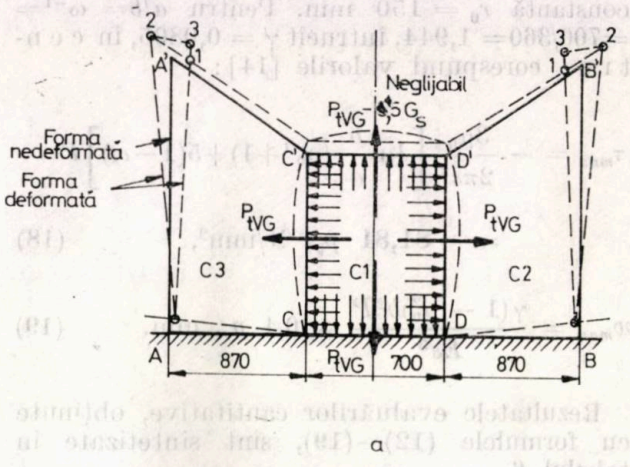
aici și în continuare, p_g exprimîndu-se în N/mm² (MPa), $E_0 = 2{,}1 \cdot 10^5$ N/mm², σ_{max} fiind e f o r t u l u n i t a r m a x i m (de întindere sau de compresiune), iar w_{max} reprezentînd s ă g e a t a maximă corespunzătoare.

Într-o a doua alternativă, se consideră că toate laturile sînt î n c a s t r a t e, încărcarea fiind cea precedentă. În m i j l o c u l l a t u r i i l u n g i ($a = 700$ mm), rezultă [14]:

$$\sigma_{max} = \frac{0{,}5\, b^2\, p_g}{s^3(1+0{,}623\,\omega^6)} = 160{,}16\, p_g, \text{ N/mm}^2, \tag{14}$$

iar în c e n t r u se obține:

$$w_{max} = \frac{0{,}028\, b^4\, p_g}{Es^3(1+1{,}056\omega^5)} = 0{,}27\, p_g, \text{ mm}. \tag{15}$$



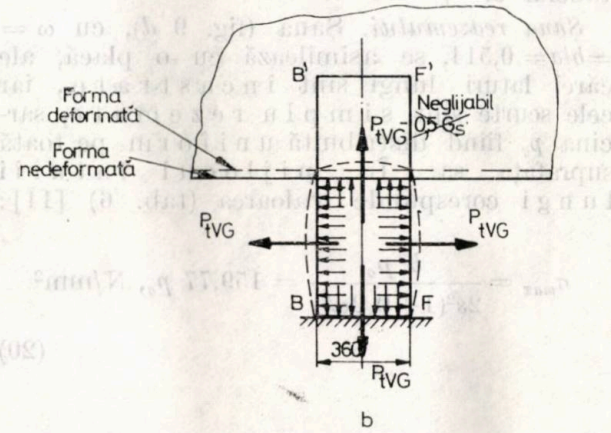


Fig. 10. Modelul geometric al distorsionării reazemului chesonat mobil, ca efect presupus al apăsării gheții din compartimentul mijlociu: G_s—sarcina gravitațională care revine reazemului respectiv, în N

Într-o a treia alternativă, se consideră iarăși că toate laturile sînt s i m p l u r e z e m a t e, însă sarcina p_g este repartizată u n i f o r m numai pe un cerc — concentric cu talpa compartimentului C 1 — avînd raza $r_0 = 150$ mm. Pentru $k = 0{,}914/(1 + 1{,}6\omega^5) - 0{,}6 = 0{,}264$ — factor indicator și $P = (\pi/4)(2\, r_0)^2\, p_g = 7{,}07 \cdot 10^4\, p_g$, în N, în centru se obține ($\mu_0 = 0{,}3$) [14]:

$$\sigma_{max} = -\frac{3\mu_0}{2\pi s^2}\left[\ln\frac{b}{2r_0}(\mu_0^{-1}+1) + \mu^{-1}(1+k)\right] P = -148{,}41\, p_g, \text{ N/mm}^2, \tag{16}$$

$$w_{max} = \frac{0{,}203\, b^2(1-\mu_0^2)P}{Es^3(1+0{,}462\,\omega^4)} = 0{,}98\, p_g, \text{ mm} \tag{17}$$

Într-o a patra (și ultimă) alternativă, toate laturile se consideră încastrate, însă, de această dată, sarcina p_g este repartizată uniform în cîmpul central, pe un cerc cu raza constantă $r_0 = 150$ mm. Pentru $a/b = \omega^{-1} = 700/360 = 1{,}944$, întrucît $\gamma = 0{,}0805$, în centru corespund valorile [14]:

$$\sigma_{max} = -\frac{3\mu_0}{2\pi s^2}\left[\ln\frac{b}{a}(\mu_0^{-1}+1)+5(1-\omega)\right]P = -81{,}81\ p_g,\ \text{N/mm}^2, \quad (18)$$

$$w_{max} = \frac{\gamma(1-\mu_0^2)b^2P}{Es^3} = 0{,}4\ p_g,\ \text{mm}. \quad (19)$$

Rezultatele evaluărilor cantitative, obținute cu formulele (12)—(19), sînt sintetizate în tabelul 6.

Șaua reazemului. Șaua (fig. 9 *d*), cu $\omega = b/a = 0{,}514$, se asimilează cu o placă, ale cărei laturi lungi sînt încastrate, iar cele scurte sînt simplu rezemate, sarcina p_g fiind distribuită uniform pe toată suprafața sa. În mijlocul laturii lungi corespunde valoarea (tab. 6) [14]:

$$\sigma_{max} = \frac{b^2 p_g}{2s^2(1+0{,}2\omega^4)} = 159{,}77\ p_g,\ \text{N/mm}^2. \quad (20)$$

Peretele frontal al reazemului. Acesta, considerat — pentru compartimentul mijlociu *C*1—ca o placă dreptunghiulară cu $\omega = b/a = 288/700 = 0{,}411$ (fig. 9 *a*), are toate laturile încastrate, sarcina p_g fiind distribuită uniform pe toată suprafața sa. În mijlocul laturii lungi rezultă [14]:

$$\sigma_{max} = \frac{0{,}5\,b^2 p_g}{s^2(1+0{,}623\,\omega^6)} = 103{,}37\ p_g,\ \text{N/mm}^2, \quad (21)$$

$$w_{max} = \frac{0{,}028\,b^4 p_g}{Es^3(1+1{,}056\,\omega^5)} = 0{,}115\ p_g,\ \text{mm}, \quad (22)$$

valorile numerice corespunzătoare fiind date în tabelul de sinteză 6.

Referitor la stabilitatea recipientului (vasului) de faclă rece, în zona rezemării sale pe șa, potrivit lucrărilor corespunzătoare [14], presiunea critică inferioară, care-i caracterizează starea de instabilitate sau de stabilitate în mare (și, implicit, în mic), în limitele reazemului mobil (cu $L_c = 360$ mm — fig. 9; 10) și în circumstanțele presurizării exterioare uniforme p_g, se determină cu formula hiperbolică a lui Southwell, adusă la următoarea formă particulară (pentru $\mu_0 = 0{,}3$ și $E_0 = 2{,}1 \cdot 10^5$ N/mm²):

$$p_{cr\ min} = 3{,}5974 \cdot 10^5 \left(\frac{D_m}{L_c}\right)\left(\frac{s}{D_m}\right)^{2{,}5},\ \text{N/mm}^2, \text{MPa}, \quad (23)$$

Tabelul 6

Efectele presiunii gheții în compartimentul mijlociu (*C* 1) al reazemului chesonat

Presiunea gheții p_g, în N/mm²(MPa)		1,430	5,668	14,559
σ_{max}, în N/mm², pentru talpă, în alternativa de calcul	1 (formula 12)	—285,142	— 1 130,199	—2 903,065
	2 (formula 14)	229,029	907,787	2 331,769
	3 (formula 16)	—212,226	— 841,188	—2 160,701
	4 (formula 18)	—116,988	— 463,699	—1 191,072
w_{max}, în mm, pentru talpă, în alternativa de calcul	1 (formula 13)	1,559	6,178	15,869
	2 (formula 15)	0,386	1,530	3,931
	3 (formula 17)	1,401	5,555	14,268
	4 (formula 19)	0,572	2,267	5,824
σ_{max}, în N/mm², pentru	șa (formula 20)	228,471	905,576	2 326,091
	peretele frontal (formula 21)	147,819	585,901	1504,964
w_{max}, în mm, pentru peretele frontal	(formula 22)	0,164	0,652	1,674

rezultînd :

a) pentru mantaua cilindrică propriu-zisă, cu $D_m = 3\,010$ mm şi $s = s_1 = 10$ mm → $\rightarrow p_{cr\,min} = 1.9135$ MPa = 19,135 bar;

b) pentru şaua reazemului, cu $s = s_s = 20$ mm şi $D_m = 3\,040$ mm → $p_{cr\,min} = 10{,}6648$ MPa = 106,648 bar;

c) pentru monolitul ipotetic manta-şa, cu $s = 30$ mm şi $D_m = 3030$ mm → $p_{cr\,min} = 29{,}5342$ MPa = 295,342 bar.

Analizele efectuate permit următoarele concluzii.

1. Întrucît, pentru şaua reazemului, a rezultat $p_{cr\,min} = 106{,}648$ bar $\gg p_g = 56{,}68$ bar, evident, distorsionarea sa şi, o dată cu aceasta, distorsionarea locală a mantalei cilindrice, în limitele compartimentului mijlociu *C* 1 (fig. 10), nu a fost cauzată de presiunea gheţii şi, deci, nu a apărut ca efect al unui fenomen de colaps în condiţiile presurizării exterioare uniforme datorite apăsării gheţii.

2. Distorsionările respective şi, prin urmare, cedarea multidirecţională a reazemului chesonat mobil, ca efect direct al acumulării şi apăsării gheţii din compartimentul mijlociu C 1, după configuraţii diferite de cele constatate la faţa locului, puteau fi posibile — calitativ şi cantitativ — numai dacă :

a) compartimentul *C* 1 era perfect etanş pentru apă şi aer şi nu se afla, aşadar, în comunicaţie cu compartimentele laterale *C* 2, 3, respectiv ;

b) el se umplea complet cu apă (→gheaţă), ceea ce presupunea acumularea în timp (care nu a fost suficient) a circa 68 l de apă.

3. Date fiind condiţiile constructive concrete şi starea distorsionată reală ale reazemului mobil în cauză, evident, ipoteza acumulării apei, asociate cu efectele îngheţării sale, ca atare, în mod justificat şi serios, nu se poate lua în consideraţie.

4. Practicarea de orificii sau de ferestre în pereţii chesonului de rezemare este necesară şi utilă, atît pentru a asigura ventilarea compartimentelor şi scurgerea (drenarea) unor eventuale acumulări de lichide, cît şi pentru a facilita examinarea periodică a stării reazemului şi recipientului (în zona rezemării).

Bibliografie

[1] Aleksandrov, A. A., Trahtengherţ, M. S. *Teplofiziceskie svoistva vodi pri atmosfernom davlenii.* Moskva, Izd. standartov, 1977.

[2] Bogorodski, V. V. ş.a. *Fizica presnovodnogo lida.* Leningrad, Ghidrometeoizdat, 1971 şi *Led. Fiziceskie svoistva. Sovremennie metodi gliaţiologhii.* Leningrad, Ghidrometeoizdat, 1980.

[3] Buciko, N. A., Turcina, V. A. *Iskusstvennoe zamorajivanie gruntov.* Obzor. Moskva, Informenergo, 1978.

[4] Doronin, I. P., Heisin, D. E. *Morskoi led.* Leningrad, Ghidrometeoizdat, 1975.

[5] Fletcher, N. H. In: Inst. of Physics, 1971, **34**, 10, 913—994 (*Structural aspects of ice-water system*).

[6] Forsythe W. E. *Smithsonian physical tables.* Washington, 1956.

[7] Horn, R. *Morskaia himia. Struktura vodi i himia ghidrosferi.* Moskva, Mir, 1972.

[8] Jellinek, H. In: J. Coll. Interface Sci., 1967, **25**, 192.

[9] Kuhns, I., Mason, B. In: Proc. Roy. Soc., 1968, **A 302**, 437.

[10] Kuzmin, P. P. *Fiziceskie svoistva snejnogo pokrova.* Leningrad, Ghidrometeoizdat, 1957.

[11] Lavrov, V. V. *Deformaţia i procinost lida.* Leningrad, Ghidrometeoizdat, 1969.

[12] Nazinţev I. L. *Modeli teploprovodnosti prirodnih lidov.* Tr. AANII, 1976, **331**, 104—116.

[13] Paunder E. *Fizika leda.* Moskva, Mir, 1967.

[14] Pavel A. — *Elemente de inginerie mecanică (pentru petrochimie).* Bucureşti, Ed. didactică şi pedagogică, 1981 ; *Avarii în petrochimie.* Bucureşti, Ed. tehnică, 1985 (în curs de editare) ; *Analiza capacităţii portante a conductei cu desprindere de material — instalaţia de dezasfaltare cu propan.* Ploieşti, Institutul de petrol şi gaze, febr. 1985 ; *Analiza capacităţii portante a blindelor integrate în sistemul conductei cu desprinderea de material — instalaţia de dezasfaltare cu propan.* Ploieşti, Institutul de petrol şi gaze, febr. 1985 ; în : Mine, petrol şi gaze, 1985, **36**, nr. 9, 469—472.

[15] Pehovici, A. I. *Ledoobrazovanie i rost leda v zamknutih obiemah pod davleniem.* Leningrad, VNIIG im. B.E. Vedeneeva, 1975 ; în : Rascet ledovih nagruzok pri ledoobrazovanii v zamknutih polostiah. Leningrad, Energhia, 1979, 77—81 şi în : Injenernoe merzlotovedenie. Novosibirsk, Nauka, 1979, 145—149 ; *Osnovi ghidroledotermiki.* Leningrad, Energoatomizdat, 1983.

[16] Pescianski I. S. *Ledovedenie i ledotehnika.* Leningrad, Ghidrometeoizdat, 1967.

[17] Razgovorova E. L. In: Izv. VNIIG, 1980, **143**, 103—106.

[18] Savelıev, B. A. *Stroenie, sostav i svoistva lediano go pokrova morskih i presnih vodoemov.* Moskva, Izd. MGU, 1963 ; *Fizika, himia i stroenie prirodnih lidov v merzlih gornih porod.* Moskva, Izd. MGU., 1971.

[19] Săndulescu, D. *Chimie fizică.* Vol. 1. Bucureşti, Ed. ştiinţifică şi enciclopedică, 1979.

[20] Sumghin, M. I., Demcinski B. *Oblast vecinoi merzlott.* Moskva, Glavsevmorput, 1940.

[21] Şumski, P. A., *Osnovi strukturnogo ledovedenia.* Moskva, Izd. AN SSSR, 1955.

[22] Vargaftik, N. B. *Spravocinik po teplofiziceskim svoistvam gazov i jidkostei.* Moskva, Nauka, 1972.

[23] Veinberg, B. P. *Led.* Moskva, Gostehteorizdat, 1940.

[24] Voitkovski, K. F. *Mehaniceskie svoistva leda.* Moskva, Izd. AN SSSR, 1960.

[25] * * * *Manualul inginerului.* Vol. 2. Bucureşti, Ed. tehnică, 1955.

[26] * * * *Manualul inginerului mecanic.* Vol. 1. Bucureşti, Ed. tehnică, 1959.

[27] * * * *Teplotehniceski spravocinik.* Tom. 2, Moskva, Energhia, 1976.

Asupra mecanismului autoaprinderii ţiţeiului în combustia subterană

Conf. cand. şt. ing. **I. A. Zarubin**
Institutul de petrol şi gaze Ivano-Frankovsk, U.R.S.S.

prof. dr. ing. **I. D. Pârcălăbescu**
Institutul de petrol şi gaze Ploieşti

Procesele de dezlocuire a ţiţeiului cu unda de căldură întreţinută cu combustibilul din strat, cunoscute sub denumirea de combustie subterană, sînt utilizate în prezent pe scară mai largă, în vederea valorificării mai complete a rezervelor zăcămintelor de ţiţei cu viscozitate ridicată, precum şi a creşterii factorului final de extracţie la zăcămintele de ţiţei epuizate energetic prin metodele de extracţie convenţionale.

Combustionarea subterană a ţiţeiului este un proces fizico-chimic deosebit de complex, sub raportul generării undei de temperatură şi transferului de masă, complexitate amplificată de curgerea multifazică şi de interferenţele la nivel microstructural între fazele în contact.

Un număr însemnat de lucrări au fost publicate asupra laturii teoretice, precum şi asupra părţilor experimentale ale acestui proces deosebit de complex, din care la bibliografie s-a trecut doar un număr destul de limitat.

Multe lucrări teoretice [2; 3; 5] asupra transferului de căldură în cadrul combustiei subterane prevăd unele simplificări faţă de starea reală din zăcămînt, printre care presupunerea egalizării temperaturii între mediul solid poros-permeabil şi generatorul de temperatură. Această ipoteză s-ar susţine prin mărimea însemnată a coeficientului de transfer de căldură între mediile în contact [4; 5; 7], precum şi de temperatura aproximativ egală dintre scheletul poros-permeabil şi fluidul conţinut în el. Admiterea acestor ipoteze a permis simplificarea rezolvării analitice a problemei puse, în ipoteza că procesul nu ar fi influenţat de natura fluidului utilizat.

Unele lucrări publicate [7; 12] pun în evidenţă fenomenul apariţiei acumulării de temperatură, care nu s-ar putea explica prin ipotezele anterior menţionate. Acumularea de temperatură se poate explica dacă se consideră că temperatura scheletului corpului solid poros permeabil şi cea a purtătorului de temperatură, sînt diferite.

Pentru studierea procesului de convecţie de la sursa mobilă de temperatură, la o viteză finită a schimbului de căldură, se consideră că sursa are o putere constantă, se mişcă în strat cu viteză constantă şi poate fi reprezentată (modelată) prin funcţia δ. Masa specifică şi căldura specifică a rocii şi fluidului se admit constante, conductibilitatea rocii şi fluidului sînt neglijabile, iar consumul de fluid în timp se menţine constant.

Cu aceste ipoteze problema se poate formula astfel:

$$\frac{\partial T}{\partial Mi}+\frac{1}{2R}\frac{\partial T}{\partial R}=\theta-T$$

$$\frac{1}{\alpha}\frac{\partial\theta}{\partial Mi}+(\theta-T)=\frac{b}{2\sqrt{Mi}}\delta(\sqrt{\gamma}R-\sqrt{Mi}) \tag{1}$$

$$\theta(R=0, Mi)=0,\ \theta(R, Mi=0)=T(R, Mi=0)=0$$

unde:

$$T=\frac{t-t_0}{t_0},\quad \theta=\frac{\nu-t_0}{t_0},\quad R=r\sqrt{\frac{\pi K_0}{mc_1\rho_1 Q}},$$

$$Mi=\frac{K_0}{mc_1\rho_1}\tau,\quad \alpha=\frac{mc_1\rho_1}{(1-m)c_2\rho_2},\quad b=\frac{qM}{mc_1\rho_1 t_0}$$

în care:

- t, ν, t_0 — simbolizează temperatura purtătorului de căldură, temperatura scheletului stratului şi temperatura iniţială de zăcămînt;
- r — coordonata radială;
- K_0 — coeficientul transferului de căldură între scheletul mediului poros şi purtătorul de căldură;
- m — porozitatea;
- Q — debitul purtătorului de căldură;
- $c_1\rho_1$ — căldura specifică şi masa specifică a purtătorului de căldură (fluidului) la presiunea de zăcămînt;
- $c_2\rho_2$ — pentru scheletul stratului;
- M — masa combustibilului aflat în unitatea de volum a stratului;
- q — capacitatea calorică a unităţii de masă a combustibilului;
- γ — volumul de aer, în condiţi de zăcămînt, necesar pentrui arderea combustibilului aflat în unitatea de volum de strat;
- Mi — timpul adimensional (criteriul Miheev [8]);
- τ — timpul fizic.

Rezolvarea problemei (1) s-a obținut prin utilizarea metodei integrale a transformatei lui Laplace în felul următor :

$$T = \frac{\alpha\beta b}{\alpha-\beta}\{[\alpha\varphi_1-\beta\varphi_2]exp[-\alpha Mi-(1-\alpha)R^2]- \\ -[1-e^{-(\alpha-\beta)(Mi-\gamma R^2)}]\ u(Mi-\gamma R^2)\} \quad (2)$$

$$\theta = \frac{\alpha\beta b}{\alpha-\beta}\left\{\alpha(\varphi_1-\varphi_2)exp[-\alpha Mi-(1-\alpha)R^2]- \right. \\ \left. -\left[1-\frac{\alpha}{\beta}e^{-(\alpha-\beta)Mi-\gamma R^2)}\right]u(Mi-\gamma R^2)\right\} \quad (3)$$

unde :

$$\varphi_i = \int_{R^2}^{Mi} e^{Mi(Mi-\xi)} I_0[2R\sqrt{\alpha(\zeta-R^2)}]\mathrm{d}\zeta ;$$

$$\mu_1 = \alpha ; \quad \mu_2 = \beta ; \quad \beta = \frac{1}{\gamma-1}$$

în care :

$u(x)$ — funcția unitară ; I_0 — funcția modificată Bessel de ordinul zero*.

În figura 1 s-a redat distribuția de temperatură în strat ca funcție de timp. În calcule s-a considerat : $\alpha = 0{,}05$; $\gamma = 50$; $b = 12{,}9 \cdot 10^3$ K^{-1}, care ar corespunde condițiilor din zăcămîntul Pavlova Gora [1]. Prin curbe continue se indică distribuția de temperatură pentru fluid, iar pentru mărimea timpului adimensional = 500 prin curba punctată s-a indicat distribuția de temperatură în scheletul mediului poros-permeabil. Pînă la frontul de ardere, privit din partea sondei de injecție, scheletul stratului are o temperatură mai ridicată, în comparație cu fluidul și fluxul de temperatură este îndreptat înspre fluid. După frontul de ardere situația este inversă, căldura fluidului, obținută înaintea focarului, este cedată acum scheletului mediului poros. În modul acesta, prin apropierea frontului de ardere, mediul poros apare ca anterior încălzit, iar temperatura lui crește și mai mult drept rezultat al ridicării temperaturii în focarul de ardere.

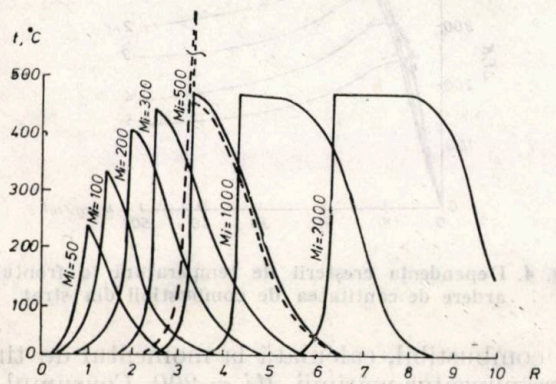


Fig. 1. Distribuția de temperatură în strat la diferite momente de timp adimensional

* În calcularea funcției Bessel este indicată schimbarea distribuției asimptotice cu una exponențială.

Purtătorul de temperatură (fluidul) utilizează căldura din sectorul de strat depășit de frontul de ardere și o acumulează în zona imediat vecină focarului de ardere. O perioadă de timp căldura acumulată conduce la creșterea temperaturii în focarul de ardere, după care temperatura în focar se stabilizează, însă continuă creșterea zonei de temperatură ridicată. Temperatura maximală, atinsă în focarul de ardere depinde de capacitatea calorică a combustibilului și de cantitatea lui, de raportul căldurii specifice a rocii și fluidului, de raportul vitezelor de mișcare a focarului și fluidului. În exemplul prezentat temperatura maximă în focarul de ardere reprezintă aproximativ 460°C și este atinsă, de exemplu, la o mărime a timpului adimensional =500. Se menționează [2] că temperatura maximală măsurată în sondele de observație din zăcămîntul Pavlova Gora reprezenta 410°C.

Apariția acumulării căldurii se poate explica mai simplu prin autoaprinderea țițeiului la injectarea în strat a oxidantului. Procesul de oxidare, la temperatura mai joasă de la începutul perioadei de injecție, are loc cu emitere de căldură, care se acumulează în zona de oxidare. Pe seama acestuia temperatura din această zonă crește continuu și la un moment dat atinge mărimea corespunzătoare temperaturii de autoaprindere a țițeiului. Presupunînd că mărimea căldurii cedate de procesul de oxidare este constantă și este dependentă de cantitatea de combustibil din strat, apare posibilitatea determinării timpului necesar pentru autoaprinderea țițeiului, folosindu-ne de formulele (2) și (3). Deoarece capacitatea calorică a oxidantului depinde de presiune, coeficienții α, b și γ vor fi funcții de presiune și ca atare și timpul necesar autoaprinderii țițeiului va depinde de presiunea din sistem.

În figura 2 s-a reprezentat dependența creșterii de temperatură $(t - t_0)$ în frontul de oxidare în dependență de mărimea presiunii din strat. În calcule s-au luat mărimile medii ale parametrilor termofizici caracteristici procesului $\gamma = 353$ m³/m³ [1], $M = 22$ kg/m³ [1], $q = 3{,}3 \cdot 10^4$ K/kg [2], $[\rho_1 c_1] = 10{,}24$ (KJ/m³K [10], $\rho_2 c_2 = 2\,112$ KJ/m³K [2], $m = 0{,}23$ [1]. Mărimea capacității calorice a oxidantului, la nivelul presiunii de strat, s-a determinat cu ajutorul relației:

$$\rho_1 c_1 = [\rho_1 c_1]_0 \frac{p}{p_0}. \quad (4)$$

La presiuni mari, creşterea de temperatură în frontul de ardere are loc deosebit de repede, prin comparaţie cu presiunile reduse. Creşterea finală a temperaturii în focar, faţă de cea iniţială, se stabilizează şi reprezintă 305—315 K (pentru condiţiile medii din zăcămînt). Se menţionează independenţa mărimii finale, stabilizate, a temperaturii faţă de presiunea din sistem, aşa cum ilustrează curbele din figura 2.

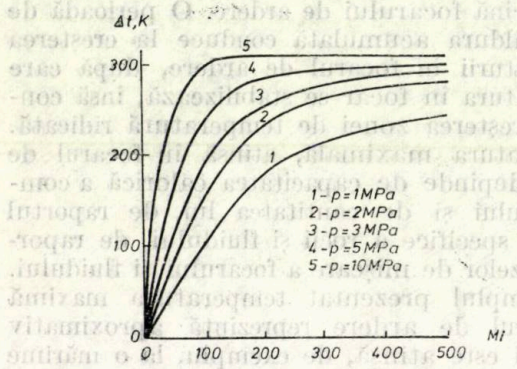


Fig. 2. Dinamica variaţiei de temperatură în frontul de ardere la diferite presiuni

Timpul în care se atinge temperatura maximă în focar depinde intens de presiune. Astfel, la o presiune de 10 MPa, în unităţi adimensionale reprezintă 200, iar la presiunea de 1 MPa reprezintă 10^4 unităţi. În mod corespunzător, diferitele condiţii din zăcăminte determină şi timpi diferiţi de autoaprindere. În lucrarea [1] sînt date informaţii asupra mărimilor timpilor de autoaprindere a ţiţeiului pentru diferite zăcăminte. Din compararea acestor date este posibil să se observe apropierea mărimilor calculate teoretic de cele determinate practic. Folosind aceste date asupra temperaturilor de autoaprindere şi luînd în considerare parametrii fizico-termici de mărime medie, s-au determinat mărimile medii ale raportului $K_0/m_1c_1\rho_1$, care, pentru temperaturi de autoaprindere de 150, 200 şi 250°C, reprezintă în mod corespunzător 1,35; 2,34 şi 4,72 $1/24^h$.

Dacă se consideră că transferul de căldură şi capacitatea calorică depind de presiune, atunci coeficientul transferului de căldură la o presiune de 1 bar oscilează, pentru cazurile din practica combustionării subterane, între 0,03 şi 0,6 J/m.s.K.

În figura 3 se ilustrează dependenţa timpului, scurs de la începutul injectării aerului pînă la momentul autoaprinderii ţiţeiului, cu mărimea presiunii de injecţie a aerului. Curba continuă ilustrează dependenţa obţinută teoretic, cea punctată reprezintă dependenţa regresivă, obţinută prin metoda celor mai mici pătrate, pentru punctele măsurătorilor reale ale unui proiect [1] şi corespunde ecuaţiei:

$$\tau_a = 150 \cdot p^{-1,16} \qquad (5)$$

unde:

τ_a — timpul scurs de la începutul injecţiei pînă la apariţia autoaprinderii ţiţeiului, în 24 ore,

p — presiunea de injecţie a aerului, MPa

Avînd în vedere aproximările făcute în executarea calculelor, concordanţa curbelor teoretice cu cele faptice se poate aprecia ca total satisfăcătoare şi, ca atare, se poate admite că ideile de bază ale modelului propus pot fi acceptate.

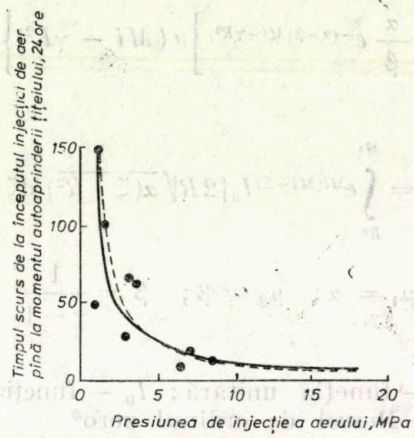


Fig. 3. Dependenţa timpului de autoaprindere de presiunea de injecţie a aerului

Bazîndu-se pe modelul transferului de căldură propus, se poate aprecia cantitatea de combustibil necesară pentru atingerea nivelului temperaturii de autoaprindere şi menţinerea acestei temperaturi în continuare. În figura 4 se ilustrează dependenţa creşterii de temperatură în frontul de ardere, la diferite consumuri

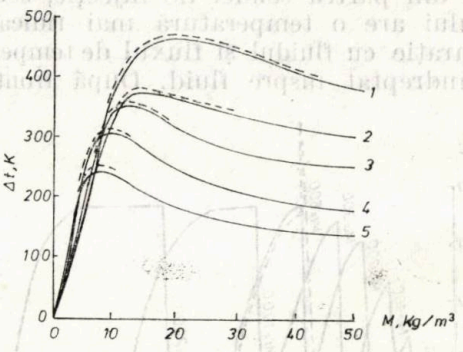


Fig. 4. Dependenţa creşterii de temperatură în frontul de ardere de cantitatea de combustibil din strat

de combustibil, calculată la momentul de timp corespunzător mărimii $Mi = 200$. Consumul de aer pentru 1 kg combustibil s-a luat egal cu 16 m^3_N, iar presiunea de injecţie din sistem de 3 MPa. Curba *3* corespunde mărimilor medii ale parametrilor fizici utilizaţi anterior în calcule, curbele *1* şi *5* sînt calculate pentru α, b

și γ corespunzător mărimilor „îmbunătățite" și „înrăutățite" cu 20 % prin comparație cu mărimile medii anterior utilizate. Prin „îmbunătățire" se va înțelege creșterea parametrului b și reducerea parametrilor α și γ, iar prin „înrăutățire" situația este inversă. Curbele *2* și *4* sînt determinate la variația cu 20 % numai a parametrilor α și b, care ar corespunde variației capacității calorice a fluidului, obținută prin creșterea umidității aerului de injecție. Prin liniile punctate din figura 4 s-au limitat condițiile în care, pentru momentul $Mi = 200$, încă nu s-a atins nivelul de temperatură apropiat de cel maximal. În aceste condiții la mărimi mai mari de timp este posibilă obținerea unei creșteri mai însemnate de temperatură. În toate cazurile studiate, o creștere a temperaturii mai mare de 300 K, care este desigur suficientă pentru o ardere stabilă în majoritatea cazurilor, este posibil să se obțină la o cantitate de combustibil mai mare 8 kg/m³. După datele lucrărilor experimentale de laborator [1; 2; 11] pentru menținerea combustiei subterane sînt necesare 12—14 kg/m³, ceea ce subliniază o concordanță satisfăcătoare a modelului teoretic propus cu datele experimentelor de laborator.

În condiții neadecvate de acumulare a temperaturii este influențată și limita superioară a cantității de combustibil. La un conținut de peste 15—20 kg/m³, din cauza unui consum ridicat de aer nu pot fi atinse temperaturi înalte în frontul de ardere.

Din datele prezentate rezultă, de asemenea, că mărirea capacității calorice a aerului, prin creșterea umidității lui, mărimea fiind datorată influenței simultane a temperaturii și presiunii din strat, apare ca indicată nu numai în diminuarea temperaturii maxime din frontul de ardere, în cazul unui conținut ridicat de combustibil în spațiul poros, ci și în creșterea zonei de temperatură ridicată, precum și pentru obținerea de temperaturi ridicate în situația unor conținuturi scăzute de combustibil în sistem (5—10 kg/m³).

În concluzie, modelul propus apare concordant cu datele experimentelor de laborator și datele furnizate de practicarea procesului de combustie subterană la zăcămintele de țiței și scoate în evidență mecanismul autoaprinderii țițeiului în strat.

Bibliografie

[1] Alinin, I. D. *Vnutriplastovoe gorenie.* Moskva, Nedra, 1980.

[2] Baibakov, N. K., Braghin, V. A., Garușev, A. R. *Termointensifikația dobîci nefti.* Moskva, Nedra, 1971.

[3] Bailey, H. R., Lavkin, B. K. *Conduction—convection in underground combustion.* Trans. AIME, 1960, v. 219.

[4] Cekaliuk, E. B. *Termodinamika neftianovo plasta.* Moskva, Nedra, 1965.

[5] Chu Chien. *Two-dimensional analysis of a radial heat wave.* Journal of Petroleum Technology, october, 1963.

[6] Ciarnîi, I. A. *Nagrevanie prizaboinoi zoni plasta pri nagnetanii goriacei vodi v skvajinu.* Neftianoe hoziaistvo, nr. 1, 2, 1953.

[7] Doroșenko, V. M., Savenkov, G. D. *O temperaturnih profesah pri vnutriplastovoi termohimiceskoi obrabotke.* Razvedka i razrabotka neftianih i gazovih mestorojdenii. Lvov, Izd. Vișcia școla, vip. 14, 1977.

[8] Likov, L. V. *Teoria teploprovodnosti.* Moskva, Gostehteorizdat, 1952

[9] Pârcălăbescu, D. I. *The influence of the coke obtained during the process of underground combustion upon some argillous minerals present in the deposit.* Buletinul Institutului de petrol și gaze, Ploiești,

[10] Prosilkov, I. M. *Teploperedacia v skvajinah.* Moskva, Nedra, 1975.

[11] Turtă, A. *Contribuții la cunoașterea fenomenelor care au loc în desfășurarea proceselor termice de exploatare a zăcămintelor de țiței și la utilizarea metodelor dimensionale în vederea măririi eficienței acestor procese.* Teză de doctorat, Institutul de petrol și gaze, Ploiești, 1975.

[12] Zarubin, I. A., Sankiv, B. I. *Izucenie osobenosti teplomasoperenosa pri rastvorenii nepodvijnovo materiala v potoke rastvoritelia.* Razvedka i razrabotka neftianih i gazovih mestorojdenii. Lvov, Izd. Vișcia școla, vip. 21, 1984.

O nouă viziune promovată de tectonica globală, pentru explicarea originii maselor mari de halogenuri, cu referire la Depresiunea Transilvaniei

I. Mârza, P. Niță
Centrala gazului metan Mediaș

O nouă interpretare asupra depozitelor evaporitice, a concentrațiilor masive de halogenuri, admite tectonica globală, care, contrar teoriei clasice bazate pe procesul evaporației în regim lagunar sau în regiuni de tranziție de la geosinclinale la platforme, atribuie geneza depozitelor halogene surselor hipogene asociate zonelor de rift intracontinental, zonelor fierbinți localizate pe segmente de rift sau pe fracturi crustale.

În legătură cu sistemul Riftului est-african (Estern Rift) sînt menționate concentrații de săruri (trona, halit) în lacurile Magadi (Kenya) și Natron (Tanzania). E.W. Heinrich (1966) consideră că izvoarele termale de compoziție cloruro-sodică cu activitate de tip geizerian (1,5 km Ø) constituie principala sursă a sărurilor din aceste lacuri bogate în trona, magnezit și halit. K.C. Burke (1975) asociază formarea zăcămintelor de săruri circum-Atlantice (Maroc, Golful Mexic, țărmul senegalez, vestul Africii și Brazilia) zonelor fierbinți (hot spots) localizate pe segmente de rift. Aceeași idee este susținută de R. Leyden și colab. (1976), pentru zăcămintele evaporitice din provincia Atlanticului de sud, și de către Ruiter (1979) pentru depozitele de săruri (silvin, carnallit, halit) din bazinul Congo, a căror depunere — inclusiv a mineralizațiilor cuprifere — este controlată de fracturi de rift. Evaporitele laturii etiopiene a Mării Roșii cuprinse în depozite miocene(3 500m grosime) formate preponderent din halit și cu trecere laterală spre continent la un facies vulcanic, s-au format contemporan cu fracturarea în blocuri și în timpul subsidenței bazinului, însoțită de expansiunea axială a Mării Roșii. În legătură cu activitatea structurii de rift intracontinental este pusă de către unii geologi și concentrarea sărurilor din marea Zechstein (inclusiv a zăcămintelor Kupferschiefer, cunoscute azi din Anglia pînă în Polonia (A.H.G. Mitchell, M.G. Garson, 1981).

O dovadă certă privind posibilitatea degajării de soluții saline pe sisteme de rift și fracturi cristale o constituie saramura mineralizată din riftul Mării Roșii și, de asemenea, Marea Nordului cu evaporite sedimentate în stadiul timpuriu al expansiunii oceanice.

La noi, I.D. Pârcălăbescu (1982) menționează prezența activității vulcanice, respectiv a exhalațiilor vulcanice submarine în legătură cu formarea zăcămîntului de sare gemă de la Ocnele Mari (jud. Vîlcea), amintind supoziția lui White, conform căreia NaCl este cel mai important component format în fluide supraeritice fierbinți.

Exemplele menționate argumentează originea și posibilitatea concentrării masive a halogenurilor din soluții hipogene. Evident, referindu-ne la Depresiunea Transilvaniei, nu putem vorbi de o structură de rift, ci, dimpotrivă, de una de subducție și, subliniem, de prezența unor fracturi crustale circumbazinale active în badenian.

Ne punem întrebarea: în cazul sării din Depresiunea Transilvaniei este compatibilă sursa hipogenă a NaCl, raportat la evoluția geologică de ansamblu a depresiunii, și mai ales la nivelul badenianului și la compoziția mineralogică și factura geochimică a sării? În stadiul actual al cunoașterii, întrebarea nu-și găsește răspuns afirmativ; totuși, după opinia noastră, unele raționamente geologice justifică orientarea investigațiilor în această direcție, întrucît:

- pe fracturile circumbazinale pe care s-a produs subsidența au putut apărea surse (izvoare) termale cu saramură (NaCl) exhalativ-vulcanogenă, controlate în zone fierbinți (hot spots);
- dovada activității vulcanice submerse o oferă tuful de Dej, în a cărui continuitate stratigrafică — și în accepțiunea discutată, probabil genetică — se află sarea, cu atît mai mult cu cît geologic se urmăresc reciproc;
- suprafața mare pe care se extinde sarea (cca. 16 285 km^2), grosimea considerabilă (250 m grosimea medie), volumul impresionant de sare (cca. 4 121 km^3) — după C. Stoica și I. Gherasie (1981) — cît și lipsa unor întreruperi apreciabile în depunerea halogenurilor sau a repetabilității fenomenului ar avea probabil o explicație, mai plauzibilă, acceptînd surse hipogene bogate în NaCl;
- condițiile climatice deduse pe baze paleofloristice (elementele de referință fiind fosilele animale și vegetale identificate, după caz, în sare sau în sedimente terigene) nu justifică un climat arid și foarte cald în badenianul inferior și mediu, ci, dimpotrivă, un climat moderat-cald, de tip subtropical, după R. Givulescu (1981), de aceea, conchide autorul, ar fi probabil mai acceptabilă explicarea originii sării pornind de la alte puncte de vedere decît cele clasice;
- lipsa stratificației normale cu săruri delicvescente la partea superioară a stratului de sare s-ar putea explica și pe această cale.

În concluzie, prezentăm o nouă ipoteză promovată de tectonica globală, menită să explice unele concentrații masive de halogenuri din trecutul geologic, dar și actuale, ipoteza exhala-

tiv-vulcanogenă, și avansăm spre reflectare (și studiu) aplicabilitatea acesteia în cazul sărurilor din Depresiunea Transilvaniei, a cărei evoluție geologică oferă oarecare raționamente privitoare la posibila participare a soluțiilor hipogene, la geneza și concentrarea sării.

Bibliografie

[1] Burke, K. C. *Atlantic evaporites formed by evaporation of water spilled from Pacific, Tethyan and Southern oceans.* Geology, 3, 613—717, 1975.

[2] Ciupagea D., Paucă M., Ichim, Tr. *Geologia Depresiunii Transilvaniei.* Ed. Acad. R.S. România, 256 p., București, 1970.

[3] Givulescu, R. *Cîteva considerații asupra climatului din badenian în legătură cu formarea sării din R.S. România.* Nymphaea, Folia naturae Bihariae, X, 23—30, 1981.

[4] Heinrich, E. W. *Geology of Carbonatites.* Rand McNally, Chicago, 1966.

[5] Leyden, R., Armus, H., Zembruscki, S., Bryan, G. *South Atlantic diapiric structures.* Bull. Am. Ass. Petrol. Geol., 60, 196—212, 1976.

[6] Mitchell, A. H. G., Garson, M. S. *Mineral Deposits and Global Tectonic Setting.* Acad. Press., London, New York, Toronto, Sydney, San Francisco, 405 p., 1981.

[7] Stoica, C., Gherasie, I. *Sarea și sărurile de potasiu și magneziu din România.* Ed. tehnică, 247 p., 1981.

INFORMAȚII

Aniversarea a trei veacuri de exploatare a sării la Slănic—Prahova

În ziua de 16 noiembrie 1985 s-a sărbătorit la Slănic-Prahova tricentenarul exploatării sării pe aceste meleaguri.

Într-un cadru sărbătoresc, de justificată însuflețire și mîndrie minerească și civică, s-au întrunit la casa de cultură a orașului mineri-sărari, invitați de la alte saline din țară și din cadrul Ministerului Minelor și al Centralei sării și nemetaliferelor, cadre de conducere din organele județene de partid și orășănești, ale organizației de partid din întreprindere, ale conducerii întreprinderii, reprezentanți ai organizațiilor de sindicat, mineri-sărari pensionari, un numeros public.

Festivitatea a fost onorată de prezența tovarășului **Virgil Cazacu**, prim secretar al Comitetului județean P.C.R. Prahova, membru al Comitetului Politic Executiv al C.C. al P.C.R., a tovarășilor **Irimie Catargiu**, adjunct al ministrului minelor, **Valer Gabrian** director general al Centralei sării și nemetaliferelor, **Constantin Mester**, primarul orașului Slănic.

Au fost rostite emoționante și înflăcărate cuvîntări.

Tov. **Virgil Cazacu**, invitat să ia cuvîntul la cererea generală a asistenței, a arătat, printre altele, că aniversarea a trei secole de exploatare a sării la Slănic-Prahova coincide, în mod fericit, cu aniversarea a 20 de ani de cînd în fruntea partidului și a țării a fost ales cel mai iubit fiu al poporului român, tovarășul NICOLAE CEAUȘESCU, și a adresat tuturor celor prezenți o călduroasă felicitare și urări de sănătate, fericire și prosperitate în numele Comitetului județean P.C.R. Prahova.

Tov. **Irimie Catargiu**, în numele conducerii Ministerului Minelor, a elogiat colectivul de mineri-sărari pentru succesele obținute în muncă pînă în prezent, adresîndu-le felicitări cu ocazia împlinirii a 300 de ani de cînd pe meleagurile din Slănic-Prahova se exploatează sarea, iar, în final, urarea de a avea un viitor cel puțin cît un trecut de trei veacuri, sănătate, putere de muncă și bunăstare pentru toți cei prezenți, pentru copiii, nepoții și strănepoții lor.

Tov. **Constantin Mester**, în cuvinte cu o deosebită încărcătură de sentimente, de justificată mîndrie și fericire, a arătat că orașul Slănic de Prahova este un „dar al sării" și că dezvoltarea orașului de pînă acum se datorează acestui mineral deosebit de prețios, dezvoltarea sa impetuoasă fiind realizată, cu prioritate în ultimii 20 de ani, adresînd la sfîrșit urări de bine, sănătate și prospecritate tuturor minerilor-sărari, tuturor locuitorilor orașului Slănic.

Tov. **Constantin Croitoru**, directorul Salinei Slănic, într-o amplă și însuflețitoare cuvîntare, care a deschis festivitatea, a arătat că deși sarea pe aceste meleaguri este posibil să fi fost exploatată cu mult în trecut, se sărbătorește de fapt atestarea documentară de 300 de ani de cînd spătarul Mihai Cantacuzino, cumpărînd de la locuitorii satului Slănic proprietatea moșnenească ce o dețineau în devălmășie, obține de la domnul Țării Românești, Șerban Cantacuzino, dreptul exclusiv de a exploata sarea, proprietarii primind dijma de 1/10 din toți bolovanii mari și mici, putînd să o vîndă în țară și în afara ei. În continuare, vorbitorul a arătat evoluția în timp a Salinei Slănic, progresele înregistrate, dezvoltarea accentuată din ultimii 20 de ani, modernizarea de excepție a întreprinderii, care situează în prezent Salina Slănic-Prahova printre cele mai mecanizate unități (cu activitate subterană) din țară, subliniind condițiile deosebite de muncă și viață ale minerilor-sărari.

Felicitînd colectivul pentru succesele obținute și pentru sărbătoarea la care este prezent, vorbitorul, în calitatea pe care o deține își ia angajamente față de organele de conducere prezente de a se menține și în viitor în categoria unităților fruntașe, pentru binele țării și al tuturor minerilor-sărari pe care îi reprezintă.

Au mai fost rostite cuvîntări și în numele minerilor-sărari în activitate și în numele pensionarilor.

Au fost distribuite, cu ocazia acestei sărbătoriri, numeroase diplome minerilor-sărari, cadrelor inginerești și altor categorii de personal, componenți ai bravului colectiv de muncă de la Salina Slănic-Prahova.

Festivitatea s-a încheiat cu un foarte reușit spectacol artistic susținut de formațiile locale.

Ing. **Titus Radivoi**

Ing. NICOLAE OPRIŞA

În ziua de 24 octombrie 1985 s-a stins din viaţă inginerul Nicolae Oprişa la vîrsta unei maturităţi ce îndreptăţea încă multe aşteptări.

După ce a absolvit secţia de mine şi metalurgie a Şcolii Politehnice din Timişoara, obţinînd titlul de inginer, intră imediat, ca angajat al minelor Anina, integrîndu-se fără rezerve, în avîntul modernizator ce marchează România postbelică.

În această calitate, a parcurs întreaga ierarhie a responsabilităţilor, de la şef de sector pînă la director, înfruntînd momentele dificile ale acestei meserii, prin excelenţă bărbătească, cu luciditatea şi calmul celui bine pregătit.

Competenţa sa profesională şi-a pus amprenta pe numeroasele sale iniţiative, deosebit de valoroase şi de o eficienţă remarcabilă pentru minele din bazinul carbonifer Anina.

Fiecare zi trăită în preajma sa era o lecţie de omenie împletită cu una profesională.

Pentru meritele sale deosebite, i s-au conferit Ordinul muncii clasa a II-a şi Ordinul Steaua Republicii Socialiste România.

A fost un om drept cu el însuşi şi cu cei din jur, inspirînd dragoste şi respect, şi sîntem convinşi că numele său, în oraşul Anina, ca oraş de adopţiune, va fi rostit multă vreme cu cinstirea ce i se cuvine.

Ing. ION JITARU

Născut la 21 octombrie 1927 în comuna Bumbeşti-Gorj, Ion Jitaru urmează, după absolvirea şcolii primare, Liceul „Fraţii Buzeşti" din Craiova şi apoi Institutul de mine.

După absolvirea institutului este repartizat în producţie la Întreprinderea minieră Rovinari — sectorul Schela, la început ca stagiar, promovînd în funcţiile de şef de sector şi şef de serviciu.

În anul 1962 este transferat în Ministerul Minelor şi Energiei Electrice, la Direcţia generală a cărbunelui, ca inginer principal, urcă pe treptele ierarhiei, ca expert tehnic principal, adjunct de serviciu avizări, iar în anul 1970 este promovat ca şef de serviciu la Direcţia de investiţii.

Este detaşat în interesul producţiei, în anul 1974, la mina Rovinari — Rogojelu, în funcţia de director; în anul 1978 este numit în Ministerul Minelor, Petrolului şi Geologiei ca director adjunct al Direcţiei de investiţii-construcţii, iar după aceea, în anul 1982, director la aceeaşi direcţie.

Pentru activitatea neobosită depusă în industria minieră a fost distins cu Ordinul Muncii cl. a III-a şi medalii ale Republicii Socialiste România.

Membru al P.C.R., a activat în cadrul Comitetului de partid şi al organizaţiei de bază.

Copil de ţăran de pe plaiurile Gorjului, Ion Jitaru a pornit din satul natal să înveţe şi s-a întors acasă pentru ca, în calitate de inginer de mine, să-şi dedice întreaga viaţă dezvoltării industriei carbonifere din cea mai tînără zonă minieră a ţării.

Dotat cu deosebite calităţi, inginerul Ion Jitaru a fost şi va rămîne un exemplu de competenţă, sîrguinţă, modestie, căldură sufletească şi devotament pentru toţi acei care l-au cunoscut.

Dispariţia prematură a prietenului, colegului şi tovarăşului de muncă ION JITARU lasă un gol în urma sa, iar amintirea lui va fi păstrată vie în inimile tuturor.

INDEX

Editoriale

Alecu, N. **Realizări și perspective în bazinul carbonifer Motru-Jilț — creație a politicii Partidului Comunist Român de industrializare socialistă a țării** nr. 8, p. 379

Condrache, D. **Realizăm exemplar cincinalul *1981—1985* și și pregătim cu grijă cincinalul *1986—1990*** nr. 8, p. 385

Costescu, I. **Dezvoltarea activității de extracție și de valorificare a rezervelor de huilă în cadrul Combinatului minier Valea Jiului,** nr. 8, p. 383.

Dicu, N. **Producții tot mai mari de minereuri neferoase extrase și prelucrate în unitățile Centralei minereurilor Baia Mare** nr. 8, p. 388

Huidu, E. **Bazinul carbonifer Rovinari la împlinirea a trei decenii de activitate** nr. 8, p. 374

Lăpușcă, A. **Creșterea producției de cupru și valorificarea zăcămintelor cu conținut scăzut de metale — sarcini prioritare pentru Centrala minereurilor Deva** nr. 8, p. 386

Smărăndescu, C. **Realizări și perspective în domeniul substanțelor nemetalifere** nr. 8, p. 391

* * * **Prețuire muncii pline de dăruire și abnegație** nr. 8, p. 373

* * * **Vizita de lucru a tovarășului Nicolae Ceaușescu în unități din județul Gorj** nr. 7, p. 321

* * * **Ziua petrolistului** nr. 10, p. 477

Geologie, prospecțiuni, explorări

Apostol, A., Szasz, M. **Aspecte privind valorificarea în perspectivă a zăcământului de molibden și magnetit de la Jolotea** nr. 3, p. 128

Cosma, R., Hâncu Laura **Zeolititele de la Piatra Verde** nr. 11, p. 540

Gireadă, V. **Studiul litogeochimic al mineralizațiilor de sulfuri polimetalice din formațiunile seriei de Făgăraș din bazinul văii Capra—Munții Făgăraș** nr. 2, p. 78

Gheorghiloiu, M. **Unele aspecte ale cercetării mineralogice pentru un zăcământ din vestul Banatului** nr. 3, p. 140

Gurău, A., Gireadă, V., Leontescu, Fl., Chirică, V. **Zonalitatea regională litostratigrafică a mineralizațiilor metalifere din metamorfitele seriei de Leaota** nr. 3, p. 133

Kalmar, I. **Analizele spectrale în cercetarea geologică** nr. 3, p. 135

Kalmar, I. **Aspecte privind dezechiparea lucrărilor miniere de cercetare geologică** nr. 6, p. 281

Li Hak Ung **Corelația între indicii geochimici-bituminologici ai rocilor pelitice din Pintenul de Văleni și Pintenul de Homoriciu** nr. 2, p. 83

Nedopoca, M. **Principalele aspecte privind explorarea în adâncime a zăcămintelor Brusturi,** nr. 1, p. 34

Orbocea Marioara, Barus, T. **Prezența unor faciesuri îndulcite ale Sarmațianului în partea de nord-est a Depresiunii getice și importanța lor economică** nr. 12, p. 664

Paraschiv, D. **Zona Căldăraru — din evoluția ei neogenă și punerea în loc a zăcămintelor de hidrocarburi** nr. 10, p. 497

Paraschiv, D. **Stadiul actual de cunoaștere a formațiunilor precambriene și paleozoice din Platforma moldovenească** nr. 11, p. 559

Popescu, Gh., Mutihac, V., Brânda, V., Rusu, Elena **Perspective pentru antracit, pirofilit și talc în flancul nordic al Munților Parâng** nr. 1, p. 28

Setel, M., Fuleki, Al. **Posibilități de utilizare a zunyitului în vederea înnobilării caolinurilor indigene** nr. 1, p. 26

Vișoiu, I., Albeanu Mariana **Considerații privind factorii care controlează localizarea mineralizațiilor de azbest din Munții Almăjului și prezentarea unor zone de perspectivă economică** nr. 4, p. 181

Fizica zăcămintelor

Cozma, St. **Considerații asupra subminării blocurilor tectonice apropiate la exploatarea zăcămintelor din cristalinul munților Maramureșului** nr. 7, p. 328

Cristescu, N., Massier, D., Dobre-Pall, N., Nicolae, M., Cristescu, C., Teodorescu, S. **Determinarea deformării lente în timp a lucrărilor miniere orizontale cu secțiune circulară** nr. 10, p. 509

Fotă, D., Medveș, E.R., Nicolescu, C., Petrescu, A. **Estimarea regimului de presiuni și convergențe din lucrările miniere orizontale ale principalelor bazine miniere din țară** nr. 6, p. 262

Fotă, D., Medveș, E., Nicolescu, C., Petrescu, A. **Calculul portanței susținerilor pentru galerii și corelarea acestora cu starea de tensiuni din jurul lucrării miniere** nr. 7, p. 323

Gâf-Deac, I. **Noțiuni despre loviturile de mină și stadiul actual de cunoaștere a fenomenului** nr. 12, p. 649

Gheorghiloiu, M. **Unele aspecte ale stabilizării argilelor cu ioni hidrolizați de aluminiu** nr. 7, p. 365

Mârza, I., Niță, P. **O nouă viziune promovată de tectonica globală pentru explicarea originii maselor mari de halogenuri, cu referire la Depresiunea Transilvaniei** nr. 12, p. 682

Minescu, Fl., Crețu, I. **Propagarea undelor de presiune în canale capilare și fisuri** (I), nr. 4, p. 156

Minescu, Fl., Crețu, I. **Propagarea undelor de presiune în canale capilare și în fisuri** (II) nr. 5, p. 241

Minescu, Fl., Soare, Al. **Curgerea omogenă prin microcanale rugoase** nr. 7, p. 346

Părălăbescu, I. D., Ismailov, K. K. **Prognozarea stărilor de agregare ale sistemelor de hidrocarburi fluide în procesele de exploatare, folosind datele analizelor geochimice și fizico-chimice** nr. 9, p. 453

Popescu, Al., Kruk, A., Pop, G. **Recomandări sub aspect geomecanic privind alegerea susținerilor galeriilor de deschidere a zăcământului Izvorul Roșu** nr. 5, p. 217

Vescan, D. **Cercetări pe modele din materiale echivalente a proceselor de deplasare a rocilor, generate de exploatarea subterană a lignitului. Ipoteza surpărilor succesive** nr. 2, p. 54

Vescan, D., Ioniță Maria **Determinarea pe modele fotoelastice a influenței susținerilor mecanizate asupra stării tensionale a rocilor înconjurătoare din zăcămintele de lignit daciene** nr. 10, p. 502

Forajul sondelor

Avram, L., Mălureanu, I., Beca, C. **Câteva aspecte privind forajul și exploatarea apelor geotermale** nr. 2, p. 88

Crețu, I., Avram, L. **Completarea informațiilor în carotajul mecanic prin probele de sită** nr. 1, p. 36

Ionel, A. **Exploatarea optimă a sondelor cu aflux scăzut** nr. 8, p. 410

Iordache, G. **Estimarea puterii necesare carotajului mecanic** nr. 9, p. 460

Iordache, G. **Calculul complet pentru cimentarea unei coloane cu diametrul de *3 950* mm, folosite în scopuri miniere** (I) nr. 4, p. 187

Iordache, G. **Calculul complet pentru cimentarea unei coloane cu diametrul de *3 950* mm, folosite în scopuri miniere (II)** nr. 5, p. 233

Macovei, N. **Stabilirea parametrilor de lucru la forajul cu aer-lift** nr. 9, p. 446

Popa, V. M. **Combaterea fisurării unor oțeluri de prăjină în fluide de foraj** nr. 3, p. 152

Popovici, A. **Dimensionarea și verificarea la oboseală a garniturilor de prăjini de pompare** nr. 11, p. 550

Posea, N., Miniu, St., Coman, C., Popeia, C. **Asupra calculului automat al masturilor de foraj** nr. 2, p. 94

Truică, V. **Cercetări asupra fenomenelor specifice care apar la ascensiunea amestecului bifazic în coloana țevilor de extracție la exploatarea sondelor prin erupție naturală** nr. *6*, p. 298.

Truică, V. **Cercetări cu privire la perioada de erupție naturală a sondelor de țiței** nr. 8, p. 410

Exploatarea zăcămintelor de substanțe minerale utile

Cozma, St. **Unele criterii specifice privind dimensionarea pilierilor de siguranță la exploatarea zăcămintelor extrem de tectonizate în zona cristalină a munților Maramureșului** nr. 9, p. 430

Cozma, St. **Dirijarea presiunii miniere la exploatarea zăcămintelor de țiței prin injecția ciclică a bioxidului de carbon** nr. 11, p. 554

Enache, C. **Considerații privind asecarea unui zăcământ inundat cu ape carbogazoase** nr. 9, p. 434

Fodor, D., Georgescu, M., Voin, V., Boyle, A. **Probleme actuale privind derocarea în cariere cu explozivi amplasați în găuri de sondă** nr. 8, p. 393

Folă, D., **Considerații cu privire la tasarea unor rambleuri** nr. 4, p. 170

Gâf-Deac, I. **Posibilități de echipare a complexelor mecanizate de abataj concomitent cu executarea lucrărilor miniere de conturare a panourilor noi în exploatare** nr. 3, p. 110

Gâf-Deac, I. **Un mod de calcul al grosimii peretelui de rambleu între două arce metalice și al deplasărilor pe baza similitudinii sistemelor solicitate static** nr. 4, p. 162

Gheorghițoiu, M. **Posibilități de stabilizare a argilelor din stratul productiv cu un produs organic anionic** nr. 6, p. 303

Lupu, N. **Posibilități de utilizare a gazelor provenite de la exploatarea zăcămintelor de țiței prin injecția bioxidului de carbon** nr. 11, p. 554

Marchiș, Gh., Gâf-Deac, I. **Metodă de exploatare concomitentă a două felii în zone tectonizate ale zăcămintelor pentru nivelarea panoului supus mecanizării complexe** nr. 9, p. 425

Micu, I., Boroș, A. **Aspecte privind asecarea formațiunilor acvifere situate în acoperișul și culcușul stratelor de lignit din bazinul Căpeni-Baraolt-Vîrghiș** nr. 7, p. 331.

Mihali Marina, Cristian Genuta, Florea, M. **Drenarea apei din iazurile de decantare prin filtrare capilară orizontală** nr. 6, p.. 286

Muste, I. **Domenii de utilizare în lucrări miniere la zi, tehnologii de lucru și calculul parametrilor încărcăturilor explozive amplasate în găuri de cuptor** nr. 2, p. 60

Noaghi, Tr., Pădure, I. **Trasarea profilelor echidistante la exploatările miniere la zi** nr. 4, p. 173

Pârcălăbescu, I. D., Nistor, I. **Considerații petrologice în legătură cu formarea pegmatitelor din batoliutl Leu-Balș-Mogoșești** nr. 6, p. 290

Petrescu, G., Păsărin, C., Plăvicheanu, G., Ilincioiu, D. **Efecte locale de solicitare a profilelor metalice utilizate la avansarea galeriilor circulare** nr. 3, p. 123

Simuț, O.D., Pintea, H. **Energia geotermă din județul Timiș.** nr. 6, p. 288

Stănăringă, N., Dona, Gh., Marin, Gh. **Experimente de injecție ciclică și continuă de apă în zăcământul supra-Kliwa din blocul III a de la Frumoasa** nr. 5, p. 247

Trașcă, N. **Creșterea eficienței procesului de combustie subterană prin injecție de apă în zona arsă** nr. 11, p. 544

Turtă, Al., Socol, S., Trașcă, N., Ilie, N. **Aplicarea combustiei subterane de scurtă durată în România** nr. 7, p. 352

Zarubin, I. A., Pârcălăbescu, I.D. **Asupra mecanismului autoaprinderii țițeiului în combustia subterană** nr. 12, p. 678

Probe de transport

Cristescu, C. **Considerații asupra flambajului ridicătorilor hidraulici telescopici folosiți în instalațiile de foraj și intervenții transportabile** nr. 4, p. 200

Cristescu, C. **Stabilitatea cricurilor hidraulice și mecanice utilizate în instalațiile de foraj și intervenție transportabile** nr. 8, p. 416

Pavel, A. **Remedieri și perfecționări privind starea rezervoarelor sferice de *1000* m³ pentru gaze lichefiate** nr. 2, p. 99

Pavel, A. **Plesnirea longitudinală a tubulaturilor presurizate uniform la interior** nr. 9, p. 469

Prepararea substanțelor minerale utile

Dobrescu, L., Vișan Sanda **Recuperarea cuprului din soluții rezultate în procese hidrometalurgice** nr. 7, p. 343

Gheorghițoiu, M. **Posibilități îmbunătățite de efectuare a analizelor granulometrice** nr. 1, p. 42

Gontean, A., Vâlcea, V., Ionescu C. **Stadiul actual al chimizării cărbunilor** nr. 1, p. 24

Mecanizare și automatizare

Barbu, E., Lixandru, I., Zamfir, A. **Dispecer central pentru culegerea și prelucrarea datelor privind funcționarea excavatoarelor din cariere** nr. 3, p. 144

Constantinescu, I. **Corectarea formulei de calcul a puterii motorului de antrenare a morilor cu bile** nr. 5, p. 226

Dima, N., Iușan, V., Muntean, V., Homorodean, L., Lisca, L. **Verificarea verticalității puțurilor de mină cu ajutorul unei instalații cu laser He—Ne** nr. 1, p. 21

Dîrdală, C. **Unele probleme legate de utilizarea rațională a profilelor laminate pentru susținerea galeriilor** nr. 6, p. 267

Mara, E., Vasile, Gh. **Perforatoare hidraulice folosite în roci tari și foarte tari** nr. 5, p. 213

Muste, I. **Sisteme de acționare a unui grătar cu bare mobile** nr. 4, p. 177

Pavel, A. **Terminologie și concepte fundamentale inerente privind ingineria mecanică în tehnologia modernă** nr. 6, p. 306

Pavel, A. **Gheața și acțiunea ei distructivă în componentele instalațiilor tehnologice (I)** nr. 10, p. 479

Pavel, A. **Gheața și acțiunea ei distructivă în componentele instalațiilor tehnologice (II)** nr. 12, p. 669

Petrescu, G., Ilincioiu, D., Păsărin, C. Plăvicheanu, D. **Influența deplasării bridelor de strîngere asupra solicitării susținerilor din profile metalice utilizate la armarea galeriilor miniere circulare** nr. 4, p. 164

Petrescu, G., Păsărin, C., Plăvicheanu, D., Ilincioiu, D. **Un nou tip de susținere metalică a galeriilor. Considerații teoretice și experimentale** nr. 5, p. 222

Posea, N., Pupăzescu, Al. **Metodă de calcul a tensiunilor și deformațiilor la rotorii convertizoarelor hidraulice de cuplu — CHC** nr. 3, p. 144

Scroban, A., Jula, D., Nan, M. **Metode și standuri pentru încercarea și verificarea aparatajului hidraulic de tip minier** nr. 1, p. 17

Stăicuș, I. **Excavarea selectivă și posibilitățile de folosire a excavatoarelor cu rotor de foarte mare capacitate în carierele de lignit din Oltenia cu strate de grosimi mici** nr. 1, p. 6.

Ulmanu, V., Rașeev, D. **Cercetări privind rezistența la oboseală a elementelor garniturii de foraj** nr. 8, p. 401

Ulmanu, V., Raşeev, D., Marcu, M., Minescu, M. **Cercetări şi experimentări privind construcţia şi exploatarea fusului capului hidraulic** nr. 10, p. 488

Zamfir, V., Bontea, G., Vînătoru, I., Mateaş, St. **Releu termohidraulic pentru protecţia automată la supraîncălzire a locomotivelor diesel de mină** nr. 1, p. 11

Zamfir, V. **Un nou procedeu şi instalaţii pentru deschiderea şi închiderea automată alternativă a uşilor podurilor de siguranţă de la puţurile de mină în săpare** nr. 3, p. 117

Zamfir, V. C. **Analiza economică a tehnologiilor de foraj** nr. 4, p. 184

Zamfir, V., Andraş, I., Bolog, C. **Proiectarea mecanismului pentru deschiderea-închiderea automată alternativă a uşilor podurilor de siguranţă din puţurile de mină în săpare (I)** nr. 7, p. 335

Zamfir, V., Andraş, I., Bolog, C. **Proiectarea mecanismului pentru închiderea-deshiderea automată alternativă a uşilor podurilor de siguranţă din puţurile de mină în săpare (II)** nr. 10, p. 518

Zamfir, V., Bolog, C. Andraş, I. **Proiectarea mecanismului pentru închiderea-deschiderea automată a uşilor podurilor de siguranţă de la puţurile de mină în săpare (III)** nr. 12, p. 652.

Probleme de tehnica securităţii în industria minieră

Bana, F., Tat, S., Hajdu, A., Bota, M. **Cercetări şi experimentări în vederea realizării vaselor casante pentru barajele cu apă în minele de cărbuni grizutoase** nr. 11, p. 620

Bana, F., Komodi, E., Hajdu, A., Bota, M. **Realizarea şi experimentarea barajului automat pentru detectarea şi limitarea unor eventuale explozii de gaze şi vapori la săparea lucrărilor de deschidere şi pregătire a minelor de ţiţei** nr. 11, p. 622

Bardocz, V. **Contribuţii la interpretarea parametrilor de evoluţie a proceselor de autoîncălzire a cărbunilor** nr. 11, p. 629

Băltăreţu Florica, Matei, I. **Soluţii tehnice privind creşterea eficienţei aerajului general al minelor din bazinul carbonifer Valea Jiului** nr. 6, p. 272

Bozdog, I., Komodi, E., Zaiu, N. **Dispozitiv automat de stropire a apei la concasoare** nr. 11, p. 605

Cătană, T. **Aparate şi dispozitive pentru prevenirea pericolului de electrocutare în subteran** nr. 11, p. 638

Constantinescu, I., Darabont, A. **Combaterea vibraţiilor la unele tipuri de maşini şi instalaţii utilizate în industria minieră** nr. 9, p. 443

Crăciunescu, T., Tamaş, D. **Bilanţul de metan al abatajelor frontale cu tăiere mecanizată a cărbunelui** nr. 11, p. 590

Crăciunescu, I., Ghiţă, C., Knebel, C., Krausz, I. **Stabilirea pe cale experimentală a vitezei de circulaţie a aerului în abatajele frontale cu tăiere mecanizată care să asigure reducerea simultană a metanului, prafului de cărbune exploziv şi pneumoconiotic** nr. 11, p. 596

Edelhauser Viorica, Hadgia, P., Zgripcea, S. **Selecţia psihologică în industria minieră — prezent şi perspectivă** nr. 11, p. 616

Erszeni, E., Pădure, M., Dan, A. **Combaterea prafului la sursele generatoare din uzinele de preparare a minereurilor de sulf** nr. 11, p. 629

Filipovici, A., Roaman, A. **Sistem de comandă şi semnalizare adaptabil la centrala telegrizumetrică CTT *63/40* U** nr. 11, p. 634

Ghiţă, C., Bitir, P., Ignat T. **Reducerea prin aeraj a gradului de prăfuire în abatajele frontale cu tăiere mecanizată din Valea Jiului** nr. 7, p. 335

Ghiţă, C., Bitir, P., Ignat, T. **Filtru pentru desprăfuitoare de combine de înaintare** nr. 11, p. 602

Gligor, C., Dreguş, A., Cucu, I., Fulop, Z. **Metode şi mijloace noi de prevenire şi combatere a focurilor şi incendiilor subterane** nr. 11, p. 594

Hadgia, P., Bitir, P., Stia, N., Zegheru, G. **Probleme sociologice privind statutul şi rolul inginerului şef securitate minieră în acţiunea de creştere a gradului de securitate a muncii şi de îmbunătăţire a condiţiilor de muncă în unităţile miniere** nr. 11, p. 612

Heljiu, N., Zaporojan, M., Tökeş, A. **Cercetări efectuate în vederea determinării efectului seismic la împuşcarea cu găuri de sondă în cariera Cîmpul lui Neag pentru dimensionarea încărcăturilor cu exploziv** nr. 11, p. 624

Ionescu, D., Avramescu, T., Tulici, D., Lupu, C., Vladislav, S. **Cercetări efectuate în vederea stabilirii criteriilor de selecţionare a straturilor de cărbuni în care trebuie aplicată degazarea** nr. 11, p. 585

Jurcă, L. **Soluţii tehnice privind realizarea aerajului general la mina Baia de Arieş** nr. 11, p. 592

Komodi, E. **Verificarea circuitelor cu siguranţă intrinsecă cu aparatura de tip INTEST** nr. 11, p. 640

Kovacs, L., Bitir, P., Ghefie, Gh. **Optimizarea şi normalizarea perforajului umed prin utilizarea unui dispozitiv automat** nr. 11, p. 600

Kovacs, L., Bitir, P., Ghefie, Gh. **Dispozitiv automat de pulverizare a apei la culbutoarele pneumatice** nr. 11 p. 607

Matei, I., Băltăreţu Florica **Reglarea debitelor de aer în reţelele de aeraj cu ajutorul ventilatoarelor** nr. 9, p. 436

Micheş, Gh., Oprea, N., Gligor, A. **Optimizarea sistemelor şi tensiunilor de alimentare cu energie electrică a minelor,** nr. 11, p. 631

Neagoe, A., Bardocz, V., Olariu, I. **Emanaţiile de monoxid de carbon la minele din bazinul Motru şi măsurile necesare pentru desfăşurarea procesului de producţie în condiţiile de siguranţă** nr. 11 p. 598

Pătraşcu, M. **Contribuţia cercetării la evaluarea gradului de pericol al gazelor, vaporilor şi ţiţeiului şi la elaborarea măsurilor de tehnica securităţii în minele de ţiţei** nr. 11 p. 583

Roman, E., Stroiescu, I. **Remedierea defectelor de porozitate la carcase de echipamente electrice antigrizutoase** nr. 11, p. 643

Simion, S., Bitir, P., Kovacs, L. **Reducerea zgomotului la compresoare** nr. 11, p. 609

Tat, S., Vâtcă, L., Tirlungeanu, I., Dănilă, P., Lorencz, L. **Realizarea capselor milisecundă pentru medii neinflamabile tp CMN-*30*** nr. 11, p. 618

Teodorescu, F., Hadgia, P. **Metode de instruire şi educaţie privind protecţia muncii pentru principalele profesii (meserii) din subteran** nr. 11, p. 614

Ţolea, I., Stan, D., Vieru, S. **Soluţii tehnice pentru aerisirea lucrărilor de cercetare geologică din perimetrul minier Baia de Arieş** nr. 11, p. 587

Vânătoru, I. **Sisteme antideflagrante de evacuare pentru maşini diesel antigrizutoase** nr. 11, p. 636

Vlad, V., Roman, E. **Sistificarea mecanizată independentă de reţelele de aer comprimat** nr. 11, p. 640

Conducerea şi organizarea activităţii în industria extractivă

Balaşko, W., Szabo, C. **Sistem informatic pentru conducerea proceselor tehnologice în minele de huilă din Valea Jiului** nr. 11, p. 533

Iga, V. **Unele consideraţii asupra structurii şi dimensionării raţionale a personalului muncitor din subteran** nr. 2, p. 74

Iga, V. **Brigăzile mixte (complexe) formă superioară de organizare a muncii la lucrările miniere din subteran** nr. 5, p. 231

Tiplea, V. **Contribuţia Uzinei de utilaj minier şi reparaţii Baia Mare la realizarea Sistemului de utilaje de perforat** nr. 2, p. 70

Informații, recenzii, știri din industria extractivă

Albu, M., *Pricăjan, A.* **Substanțele minerale terapeutice din România** nr. 11, p. 567

Gurău, A., *Ivanov, P.* **Analiza faciesurilor transformărilor hidrotermale ale rocilor înconjurătoare corpurilor de minereu** nr. 1, p. 46

* * * **Contribuții românești la al 27-lea Congres internațional de geologie** nr. 1, p. 47

* * * **Gazele naturale în economia S.U.A. (II)** nr. 3, p. 155

* * * **Gazele naturale în economia S.U.A. (III)** nr. 4, p. 205

Hadgia, P. **Creșterea gradului de protecție a muncii în industria minieră** nr. 6, p. 315

Magyari, A. **Utilaje de încărcare și transport minier** nr. 2, p. 103

* * * **Simpozionul „Echipament polonez pentru industria minieră prezentat de KOPEX"** nr. 11, p. 566

Stoica Elisabeta, *Apostol, Gh.* **Tehnologii noi în valorificarea unor substanțe minerale utile** nr. 1, p.47

Stoica Elisabeta, *Armășelu, V.* **Îmbinarea, vulcanizarea și repararea benzilor de transport** nr. 1, p. 47

Stoica Elisabeta, *Costin, I.* **Îndrumătorul mecanicului de la exploatarea, întreținerea și repararea utilajelor de foraj** nr. 1, p. 47

Stoica Elisabeta **Direcții ale colaborării țărilor membre CAER în domeniul metalurgiei neferoase** nr. 9, p. 459

Vrânceanu Elena **Exploatarea stratelor de lignit și huilă cu grosimi reduse și mari din România** nr. 2, p. 104

Vrânceanu Elena **„INFORMCARBUNE"** *9—13* **sept.** *1985* nr. 11, p. 565

Vrânceanu Elena **Simpozionul organizat de C.G.M. Mediaș cu ocazia Zilei petrolistului** nr. 11, p. 566

Vrânceanu Elena **Simpozion tehnico-științific al firmei MONSANTO** nr. 11, p. 567

Revista MINE, PETROL și GAZE este editată de Oficiul de informare documentară pentru industria minieră, București, Calea Victoriei 220, sector I, cod. 71104, C.P. 22 — 146, telefon 59.29.75.

Tiparul : Întreprinderea poligrafică „Informația" str. Brezoianu nr. 23—25, București c. 1662

Prețul : 13 lei/exemplar

Grafica : A. Socaciu

c 1662

MINISTERUL PETROLULUI

ÎNTREPRINDEREA DE REPARAT MOTOARE GRELE ŞI INSTALAŢII PETROLIERE

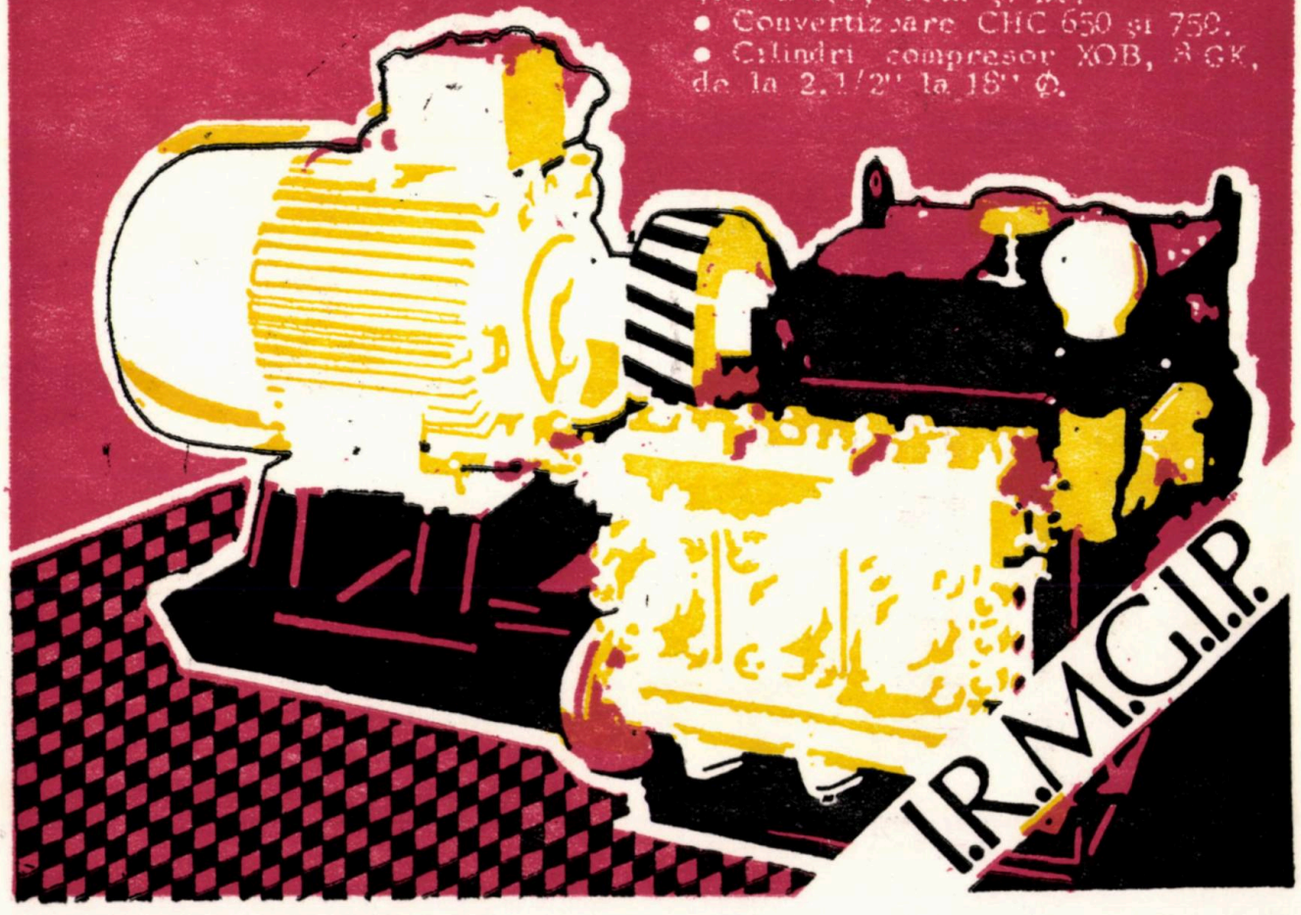
I.R.M.G.I.P. POIANA CÎMPINA, judeţul PRAHOVA, cod 2158
telefon: 50151, 50152, 50153, 50154, telex 19627

PRODUCE:

- Piese de schimb pentru motoare de foraj MB 820, MB 836, Wola, D6.
- Piese de schimb pentru compresoare XOB, XVG, 3 GK, 10 GK, 2 SG 50, TVR.
- Scule, dispozitive, aparate şi utilaje pentru mecanizarea lucrărilor pe podul sondei şi în parcurile de separatoare:
  - Cap hidraulic 50 tf şi 32 tf.
  - Troliu pneumatic 1,2 tf şi 3 tf.
  - Manifold colector cu acţionare electrică sau manuală.
  - Pompă de gazolină 2 PG 20.

REPARĂ:

- Motoare pentru foraj MB 820 şi MB 836, Wola şi D6.
- Convertizoare CHC 650 şi 750.
- Cilindri compresor XOB, 3 GK, de la 2.1/2" la 18" Φ.



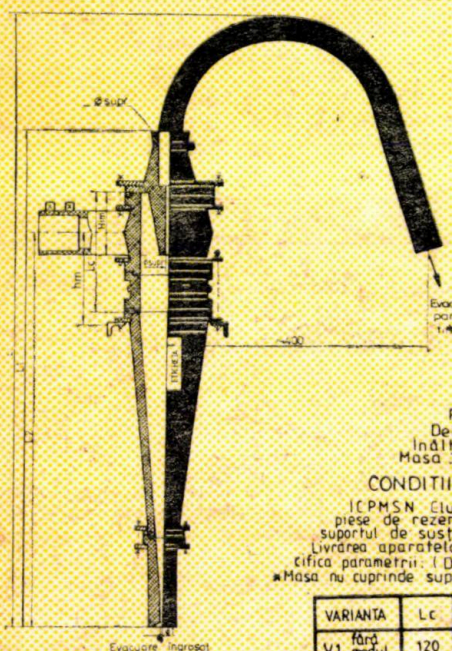
M M·CSN

INSTITUTUL DE CERCETĂRI ȘI PROIECTĂRI MINIERE PENTRU SUBSTANȚE NEMETALIFERE

ICPMSN CLUJ-NAPOCA

LIVREAZĂ PE BAZĂ DE COMANDĂ

HIDROCICLON Ø100



DOMENIUL DE UTILIZARE

Hidrociclonul Ø100 se folosește în instalațiile de preparare a substanțelor minerale utile, ca aparat de clasare, deșlamare, îngroșare și concentrare.

CARACTERISTICI CONSTRUCTIVE

Aparatul este format din elemente modulate de cauciuc care se asamblează între ele cu flanșe și șuruburi.
Construcția modulată permite variația parametrilor hidrociclonului în funcție de caracteristicile substanței minerale, precum și înlocuirea porțiunilor cu uzură pronunțată.

CARACTERISTICI TEHNICE

Diametrul nominal . . . . . D = 100 mm
Lungimea părții cilindrice . . . . Lc = 120, 180, 240, 300
Adîncimea de imersie . . . . Him 90, 95, 100, 105, 110, 115
Dimensiunea fantei de intrare a × b = 7 × 45
Conicitatea . . . . . $\alpha = 10°$
Diuza suprascurgere . . . . . Øsupr = 10, 14, 18, 20, 24, 28, 32
Diuza evacuare . . . . . Ø i = 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15
Presiune maximă de lucru . . . p max = 0,18 MPa
Debitul de alimentare . . . . . Qmax = 6 ÷ 12 mc/h
Înălțimea . . . . . H max = 1149 mm (maxim)
Masa . . . . . = 10,30 kg (maxim)

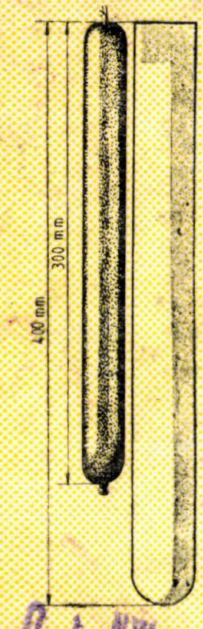
CONDIȚII DE LIVRARE

ICPMSN Cluj-Napoca furnizează hidrocicloanele împreună cu seturi de piese de rezervă, ambalate în saci de polietilenă. Coletul conține și suportul de susținere.
Livrarea aparatelor se face pe bază de comandă în care se vor specifica parametrii: (D); (Lc); (Him); (Øi); (Øsupr).
*Masa nu cuprinde suportul de susținere.

VARIANTA	Lc	hm	Him	L	L_1	L_2	Øsupr	Øi	*masa (kg)
V1 fără modul	120	80	90-115	969	764	619	10÷34	3÷15	6,90
V2 1 modul	180	140	90-115	1029	824	679	10÷34	3÷15	8,20
V3 2 module	240	200	90-115	1089	884	739	10÷34	3÷15	9,10
V4 3 module	300	260	90-115	1149	944	799	10÷34	3÷15	10,30

fiole și cartușe

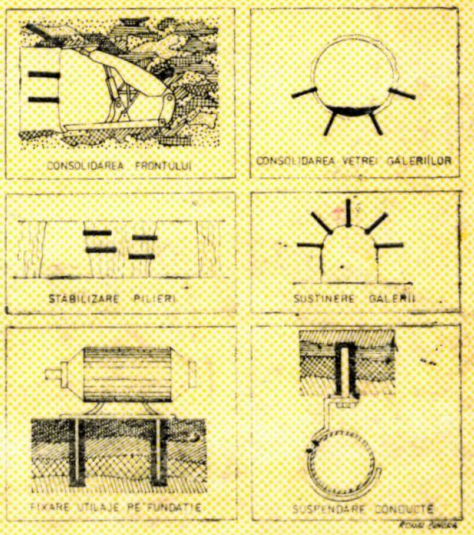
pentru fixarea ancorelor cu rășini poliesterice



CARACTERISTICI

	CARTUȘE	FIOLE
• DIAMETRU	25 ± 1 mm	25 ± 1 mm
• LUNGIMEA	300 ± 10 mm	400 ± 10 mm
• VOLUM	~147 cm^2	~195 cm^2
• TIMP DE ÎNTĂRIRE LA 20°C	5 minute	5 minute
• REZISTENȚA LA COMPRESIUNE	700-800 daN/cm^2	700-800 daN/cm^2
• REZISTENȚA LA FORFECARE	70 daN/cm^2	70 daN/cm^2
• AMBALARE CUTII	70 cartușe	70 fiole
• TERMEN DE GARANȚIE	3 luni	3 luni
• PREȚ DE LIVRARE	12,20 lei/buc	20,00 lei/buc

AVANTAJE

- SIGURANȚĂ ÎN FUNCȚIONARE
- PREIA SARCINI LA SCURT TIMP DUPĂ MONTARE
- ASIGURĂ PORTANȚE MARI PÎNĂ LA 20 t/ancoră
- TEHNOLOGIE DE MONTARE SIMPLĂ
- DOMENII LARGI DE APLICABILITATE
- PRIN APLICAREA SISTEMULUI SE REDUCE CONSUMUL DE LEMN ȘI METAL LA SUSȚINEREA LUCRĂRILOR MINIERE
- PE BAZĂ DE COMANDĂ, POT FI LIVRATE CARTUȘE ȘI FIOLE DE TIPO-DIMENSIUNI DIFERITE, CU TIMP DE ÎNTĂRIRE SCURT (PÎNĂ LA 60") SAU ÎNTÎRZIERE DE ÎNTĂRIRE MAI MARE.

DOMENII DE APLICARE